

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA

INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**ESTUDIO DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN ML
SERVICIOS Y SU INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD DE LA
MAQUINARIA PESADA**

Trabajo de Titulación bajo la modalidad Estudio Técnico

AUTOR:

Edwing Marcelo Ordoñez Jaramillo

TUTOR:

Ing. Leonardo Sánchez

AMBATO- ECUADOR

2017

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del presente Proyecto Técnico de grado, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, denominado “ESTUDIO DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN ML SERVICIOS Y SU INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA PESADA ” elaborado por Edwing Marcelo Ordoñez Jaramillo. Certifico, que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal examinador.

En la ciudad de Ambato, a los 10 días del mes de mayo de 2017

Ing. Leonardo Sánchez
TUTOR

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Edwing Marcelo Ordoñez Jaramillo, declaro ser autor de la tesis titulada “Estudio de la gestión de mantenimiento en ML Servicios y su incidencia en la disponibilidad de la maquinaria pesada”, como requisito para optar al grado de “Ingeniero Industrial”, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, que para con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI – UTI).

Los usuarios del RDI – UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo acepto que los Derechos del Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidas entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramite la publicación de esta obra en ningún otro medio sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos específicos adicionales, donde acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 10 días del mes de mayo del 2017, firmo conforme:

Autor: Edwing Marcelo Ordoñez Jaramillo

Número de cédula: 1709930539

Correo Electrónico: marcelor2007@hotmail.com

Teléfono: 0983510764

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

En mi calidad de estudiante de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica Indoamérica, declaro que los contenidos de este informe de Estudio Técnico, requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, son originales, auténticos, personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Edwing Marcelo Ordoñez Jaramillo
C.I. 1709930539

APROBACIÓN TRIBUNAL

El presente informe de Proyecto Técnico, ha sido revisado, aprobado y autorizado su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial por lo tanto autorizamos al postulante a la presentación a efecto de su sustentación pública.

Para constancia firman.

Ambato, mayo del 2017

Ing. Pedro Muzo
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Isabel Quinde
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Marcelo Tierra
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

A Dios por todas sus bendiciones.

A mi madre por todo el cariño y amor entregado a sus hijos.

A mi padre (+) por su respaldo durante toda mi vida y sus consejos para luchar por conseguir las metas propuestas y ser una mejor persona.

A mis hermanos y hermanas.

Edwing Ordoñez

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Tecnológica Indoamérica por su propósito de formar profesionales de calidad para que aporten al desarrollo del país.

A mi tutor Ing. Leonardo Sánchez por sus consejos y recomendaciones para la elaboración de este Proyecto Técnico.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Industrial por todos los conocimientos compartidos.

Gracias

INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

Portada	i
Aprobación del tutor	ii
Autorización para consulta de trabajo de grado	iii
Aprobación por parte del tribunal	iv
Declaración de autoría	v
Aprobación del tribunal de grado	vi
Dedicatoria	vii
Agradecimiento	viii
Índice general de contenidos	ix
Índice de tablas	xi
Índice de Figuras	xii
Índice de Anexos	xiii
Resumen	xiv
Summary	xv

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

Introducción.....	1
Antecedentes.....	2
Árbol del problema.....	7
Análisis crítico.....	8
Justificación.....	8
Objetivos de la investigación	9

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

Área de estudio	10
Enfoque de la investigación	10

Justificación de la metodología	11
Población y muestra	11
Técnicas de muestreo	12
Variable independiente	13
Variable dependiente	14
Procedimiento para la obtención y análisis de datos	15
Aplicación de técnicas de recolección de información	16
Aplicación de instrumentos de recolección de información	16
Procesamiento y validación	16

CAPÍTULO III

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Evaluación departamento de mantenimiento de ML Servicios	17
Criterio para evaluar el departamento de mantenimiento	19
Resultados de la evaluación	20
Evaluación global de las áreas de mantenimiento	21
Cálculo de la evaluación	23
Análisis por áreas	25
Comparación de resultados obtenidos área IV	25
Comparación de resultados obtenidos área V	25
Comparación de resultados obtenidos área VII	26
Comparación de resultados obtenidos área VIII	26
Comparación de resultados obtenidos área IX	27
Comparación de resultados obtenidos área XII	27
Disponibilidad de la maquinaria pesada	28
Fórmula para calcular la disponibilidad	28
Cálculo del TMEF	28
Cálculo del TMPR	29
Tiempos de mantenimiento programado	29
Cálculo del número de mantenimientos por intervalo	31
Tiempo total de mantenimiento programado	32
Tiempo total de mantenimiento correctivo	33
Tiempos de mantenimiento por avería	34

Tiempo total de mantenimiento rutinario	35
Tiempo total de mantenimiento preventivo	36
Valor del TMPR	37
Cálculo de la disponibilidad de la maquinaria pesada	37
Cálculo de la participación de cada mantenimiento en el TMPR	37
Cálculo de la disponibilidad por marca	38
Comparación por marca de maquinaria	42
Disponibilidad vs. Indisponibillidad	42
Mejoramamiento de la disponibilidad	44
Acciones recomendadas para el mejoramiento del tiempo	45
Cálculo del nuevo tiempo del mantenimiento por avería	46
Cálculo del nuevo TMPR	47
Cálculo de la nueva disponibilidad	47
Cálculo de la nueva disponibilidad por marca	48
Comparación de la disponibilidad real y la hipotética	52
Cálculo de la ganancia económica luego de aplicada las acciones de mejora	53

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Interpretación de resultados	55
Análisis del resultado de la evaluación al área de mantenimiento	55
Análisis del resultado de la disponibilidad de la maquinaria.....	56
Análisis de la disponibilidad por marca de maquinaria	57
Análisis de la disponibilidad con el nuevo TMPR	59
Contraste con otras investigaciones	60

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones	62
Recomendaciones	63
BIBLIOGRAFIA	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Población de la investigación (máquinas)	12
Tabla 2.- Población de la investigación (personal)	12
Tabla 3.- Variable independiente	13
Tabla 4.- Variable dependiente	14
Tabla 5.- Tabla para la recolección de información	15
Tabla 6.- Criterio para la evaluación de documentos y registros	19
Tabla 7.- Criterio para la evaluación de repuestos y materiales	20
Tabla 8.- Resumen comparativo de las áreas evaluadas	21
Tabla 9.- Porcentaje de evaluación de las áreas	23
Tabla 10.- Horas trabajadas por mes	28
Tabla 11.- Equivalencia horas:minutos a horas	30
Tabla 12.- Tiempo total de mantenimiento programado	32
Tabla 13.- Tiempos de mantenimiento correctivo	33
Tabla 14.- Tiempos de mantenimiento por avería	34
Tabla 15.- Porcentaje de cada mantenimiento en el TMPR	37
Tabla 16.- Tiempos de mantenimiento de gallineta CAT	38
Tabla 17.- Tiempos de mantenimiento de tractor CAT	39
Tabla 18.- Tiempos de mantenimiento de excavadora CASE	40
Tabla 19.- Tiempos de mantenimiento de excavadoras Komatsu	41
Tabla 20.- Comparación de disponibilidad por marca	42
Tabla 21.- Disponibilidad vs. Indisponibilidad	43
Tabla 22.- Nuevo cálculo del tiempo de mantenimiento por avería	46
Tabla 23.- Nuevo tiempo de mantenimiento de gallineta	48
Tabla 24.- Nuevo tiempo de mantenimiento de tractor	49
Tabla 25.- Nuevo tiempo de mantenimiento de CASE	50
Tabla 26.- Nuevo tiempo de mantenimiento de Komatsu	51
Tabla 27.- Nueva disponibilidad por marca	52
Tabla 28.- Comparación de disponibilidad real con hipotética	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Árbol del problema.....	7
Figura 2.- Comparativo de puntaje obtenido vs. Puntaje obtenible	24
Figura 3.- Resultados de calificación mantenimiento rutinario	25
Figura 4.- Resultados de calificación mantenimiento programado	25
Figura 5.- Resultados de calificación mantenimiento correctivo	26
Figura 6.- Resultados de calificación mantenimiento preventivo	26
Figura 7.- Resultados de calificación mantenimiento por avería.....	27
Figura 8.- Resultados de calificación recursos	27
Figura 9.- Número de mantenimiento por intervalo	31
Figura 10.- Comparación de la disponibilidad entre marcas	42
Figura 11.- Comparación de disponibilidad vs. Indisponibilidad	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.- Entrevista al gerente de ML Servicios

Anexo 2.- Entrevista al supervisor de mantenimiento

Anexo 3.- Plantilla de evaluación al área de mantenimiento de ML Servicios

Anexo 4.- Flujos de proceso de mantenimiento

Anexo 5.- Tiempos de mantenimiento programado

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“ESTUDIO DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN ML SERVICIOS Y SU INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA PESADA”

Autor: Edwing Marcelo Ordoñez Jaramillo

Tutor: Ing. Leonardo Sánchez

RESUMEN EJECUTIVO

El presente Estudio Técnico tiene como objetivo estudiar la gestión del área de mantenimiento de la empresa ML Servicios y determinar la incidencia que este tiene sobre la disponibilidad de la maquinaria pesada que trabaja en labores de remediación ambiental en el oriente ecuatoriano.

El objeto de estudio son diecinueve máquinas y se usará una metodología cualitativa y cuantitativa y se recogerá la información para elaborar este Estudio Técnico en el campo. Se evaluará al área de mantenimiento de la empresa mediante la norma COVENIN 2500:93 y se calculará la disponibilidad de la maquinaria calculando los tiempos de los diferentes tipos de mantenimientos durante los meses de enero a junio de 2016. La empresa obtiene un puntaje de 54,7/100 en la evaluación del área de mantenimiento y tiene una disponibilidad de la maquinaria del 94,07%, luego se calcula una nueva disponibilidad aplicando acciones de mejora y la disponibilidad sube a 94,34%. Se concluye que la evaluación es baja y la disponibilidad es muy buena y se recomienda mejorar aspectos administrativos para mejorar la evaluación del área de mantenimiento.

Descriptor: COVENIN 2500:93, Disponibilidad, Evaluación, Maquinaria pesada, Tiempo de disponibilidad, Tiempo de mantenimiento

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“ESTUDIO DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN ML SERVICIOS Y SU
INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA PESADA”

Autor: Edwing Marcelo Ordoñez Jaramillo

Tutor: Ing. Leonardo Sánchez

SUMMARY

The purpose of this Technical Study is to study the management of the ML Services maintenance area and to determine its impact on the availability of heavy machinery working in environmental remediation in eastern Ecuador.

The object of study is nineteen machines and a qualitative and quantitative methodology will be used and the information will be collected to elaborate this Technical Study in the field. The maintenance area of the company will be evaluated through the COVENIN 2500: 93 standard and the availability of the machinery will be calculated by calculating the times of different types of maintenance during the months of January to June 2016. The company obtains a score of 54,7/100 in the evaluation of the maintenance area and has a machinery availability of 94,07%. Then a new availability is calculated applying improvement actions and the availability increases to 94,34%. It is concluded that the evaluation is low and the availability is very good and it is recommended to improve administrative aspects to improve the evaluation of the maintenance area.

Key words: Availability, Available time, COVENIN 2500:93, Evaluation, Heavy machine, Maintenance time,

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La maquinaria pesada surgió a partir de la necesidad de realizar más rápido los trabajos de la construcción o movimientos de material. Anteriormente todo el trabajo se lo realizaba manualmente o con carrozas adaptadas especialmente para ser arrastrados por animales. Actualmente es impensable realizar trabajos de movimientos de material sin la ayuda de excavadoras, retroexcavadoras, tractores, volquetas, motoniveladoras, etc.

Esta misma necesidad de acortar los tiempos en la realización de trabajos de construcción y movimientos de suelos ha obligado a las empresas dedicadas a esta industria a renovar constantemente su stock de maquinaria con unas máquinas mucho más dinámicas y de mayor capacidad de volumen. No solo es acortar los tiempos en la ejecución de los trabajos sino también dar un mejor acabado a los trabajos especializados.

Los accionistas de la empresa han invertido muchos recursos económicos para adquirir la maquinaria que poseen. Por esta razón es importante que se mantenga cien por ciento disponible esta maquinaria para que la inversión realizada rinda sus frutos.

La actividad petrolera en la región amazónica del Ecuador se concentra en las provincias del norte estas son: Sucumbíos y Orellana. En conjunto las provincias cuentan con una población aproximada de 318.000 habitantes y suman una extensión territorial de 39.345 Km². Por las dos provincias se encuentran sitios contaminados de crudo o derivados de crudo en piscinas o también llamados “pasivos ambientales”.

El estado ecuatoriano se ha comprometido a remediar estos pasivos ambientales de la región Amazónica mediante la contratación de empresas contratistas como es el caso de ML Servicios a través de la empresa estatal de petróleo, Petroamazonas EP, y para ello necesita la ayuda de maquinaria pesada ya que se necesita mover grandes volúmenes de tierra y regularmente se necesita crear vías de acceso para llegar a estos pasivos ambientales ya que generalmente se trabaja en áreas alejadas de los centros poblados.

ML Servicios trabaja siete años en el oriente ecuatoriano, primero con Petroecuador y actualmente con Petroamazonas EP y es una de las empresas contratistas que trabaja con la empresa estatal en eliminar los pasivos ambientales, los ejecutivos de la empresa sostienen que puede funcionar mucho mejor mediante un adecuado Sistema de Gestión de Mantenimiento para evitar el paro innecesario de las máquinas con la consiguiente falta de disponibilidad de la maquinaria Pesada.

Antecedentes

Como antecedentes investigativos se ha puesto énfasis en tesis que mantienen cierta relación con la presente investigación. En tal virtud, se puede citar las siguientes tesis que tratan sobre maquinaria pesada donde buscan su disponibilidad y analizan la gestión de su departamento de mantenimiento:

1.- Proyecto de Investigación “Estudio del proceso de mantenimiento y su incidencia en la disponibilidad del equipo caminero y vehicular del GAD municipal del cantón Pasaje”; (Floresmilo, 2014). Estudia el proceso de mantenimiento del equipo caminero y la flota vehicular del Cantón Pasaje, provincia de El Oro, donde el autor aplica la entrevista a los técnicos de mantenimiento y aplica la norma COVENIN 2500:93 al departamento de mantenimiento del GAD del cantón Pasaje para conocer la situación actual.

Del trabajo de Cuenca Rodríguez Floresmilo se acogerá la aplicación de la Norma COVENIN 2500:93 al departamento de Mantenimiento de ML Servicios para conocer la situación actual y conocer la disponibilidad de la maquinaria.

Cuenca Floresmilo concluye:

- Por medio de este trabajo de investigación se determinó el proceso actual de mantenimiento que se aplica al equipo caminero y vehicular del GAD Municipal del cantón Pasaje, para establecer controles periódicos por parte del personal responsable (administrador de taller, operadores, conductores y técnicos mecánicos).
- La investigación realizada al parque automotor del GAD municipal permitirá precisar la disponibilidad del equipo caminero y vehicular, para evaluar los efectos económicos que estos ocasionan mediante las paradas no programadas de las mismas.

Cuenca Floresmilo recomienda:

- Aplicar el correcto proceso de mantenimiento y establecer controles periódicos en intervalos programados en las máquinas y vehículos por parte del personal responsable, mediante el uso de documentos de control de procesos de mantenimiento para equipo caminero y vehicular de la institución.
- Planificar la disponibilidad del equipo caminero y vehicular del GAD Municipal, a través de un seguimiento al mantenimiento preventivo programado para los vehículos y máquinas de la institución.

2.- “Propuesta de un plan de mantenimiento para Maquinaria Pesada de la empresa minera Dynasty Mining del cantón Portovelo”; Maldonado Villavicencio Herman Manuel y Sigüenza Maldonado Luis Alfredo (2012). (Maldonado & Sigüenza, 2012)

Maldonado y Sigüenza concluyen:

- El inventario actualizado de la maquinaria pesada de la empresa se constituye en la base fundamental para la implementación de un plan de mantenimiento ya que por medio de este documento se tiene un acceso rápido a características propias de cada máquina como: tipo de máquina, modelo, códigos, etc.

- La ficha de inspección rutinaria de la maquinaria consta de ítems que conducen a la revisión rápida de los diferentes elementos y sistemas de la máquina, ya que de esta forma se podría identificar el inicio de una avería menor que con el pasar del tiempo se podría convertir en una avería mayor o grave, así como también, permitirá llevar el control diario de las horas de trabajo de cada máquina para de esta forma programar los diferentes tipos de mantenimiento a desarrollar.

Maldonado y Sigüenza recomiendan:

- Impartir cursos de capacitación al personal de mantenimiento para lograr mantener un alto nivel técnico de conocimiento y cumplir a cabalidad con las actividades de una manera eficiente.
- Capacitar a los operadores, con el objetivo de mantener el buen estado y obtener el máximo rendimiento de la maquinaria.

3.- La tesis de grado denominada “Implementación de un proceso de mantenimiento sistematizado para la maquinaria liviana y pesada del cantón Pujilí provincia de Cotopaxi”; (Salas, 2012)

Salas Ramiro concluye:

- El diseño de los indicadores de Gestión es una herramienta muy importante ya que con esto se puede controlar y evaluar el desempeño de todos los activos en la municipalidad.
- Es importante llevar la información en forma física además de la digital en todo lo que concierne al mantenimiento.
- Es necesario crear un nuevo orgánico del departamento de Mantenimiento buscando una mejor distribución tanto de personal como de funciones operativas.

Salas Ramiro recomienda:

- Capacitar constantemente al jefe de la unidad de operación y mantenimiento conjuntamente con el jefe de talleres sobre temas de gestión de mantenimiento.
- Capacitar a mecánicos con temas relacionados con computación para que puedan utilizar el software de mantenimiento.

- Llevar la información física de reportes de una manera ordenada para su fácil localización, y así no ocasionar confusiones con documentos que ya no son útiles.

4.- “Estudio de la Gestión del mantenimiento preventivo y la disponibilidad de las unidades de bombeo de crudo de la estación El Salado de la empresa EP Petroecuador”; (Macas, 2016)

Macas Nelson concluye

- Es necesario la implementación de una política mantenimiento preventivo y correctivo en la empresa, la cual enfoque un plan de mantenimiento, que involucre los tres componentes de una unidad de bombeo (motor, incrementador y la bomba), para disminuir los indicadores de mantenimiento correctivo y mejorar las condiciones para un mayor mantenimiento preventivo, garantizando una mayor disponibilidad de las unidades, que es el principal objetivo de este estudio.

- En base al análisis de la gestión de mantenimiento mediante la matriz basada en el área VIII se evidencio la falta de estudios para determinar la confiabilidad y mantenibilidad de los equipos de mantenimiento.

Macas Nelson recomienda

- Socializar los resultados obtenidos en especial la norma COVENIN ya que en el presente estudio se pudo evidenciar que en la actualidad no existen estudios para la confiabilidad y mantenibilidad, ni la política actual de mantenimiento se

ajusta a la realidad de la empresa, esto se pudo comprobar desarrollando la matriz de gestión de mantenimiento.

- Tomar en cuenta los resultados obtenidos en lo referente a la disponibilidad de los equipos se pudo comprobar que el porcentaje es aceptable el cual se puede mejorar en un 6% acogiendo los resultados del presente estudio.
- Diseñar los protocolos de la gestión preventiva de mantenimiento basados en la norma COVENIN 2500:93 para mejorar la disponibilidad de los equipos de las unidades de bombeo de crudo de la estación El Salado de la EP Petroecuador

Situación problemática

Árbol del problema



Figura No. 1.- Árbol del problema
Elaborado por: Edwing Ordoñez

Análisis crítico

El inadecuado stock de repuestos ha provocado los paros imprevistos de la maquinaria pesada, puesto que llegado el momento de cambiar un repuesto en las máquinas se ha topado con la novedad de que ese repuesto no existe en bodega, esta situación ha provocado que se realicen varios llamados de atención al personal de mantenimiento por encontrarse la maquinaria indisponible.

El proceso de compra de repuestos o contratación de servicios toma demasiado tiempo debido al requerimiento de autorización desde Quito, esto conlleva a que el cronograma mensual de actividades se retrase.

La inadecuada forma de operar la maquinaria por parte de los operadores genera múltiples averías en las mismas y por consiguiente elevados tiempos de para tanto de operadores como de máquinas.

El despacho de repuestos e insumos en bodega es lento causando que las máquinas permanezcan indisponibles durante el tiempo de liberación de los repuestos e insumos.

Justificación

La importancia del estudio será relevante ya que la empresa posee una flota importante de maquinaria pesada que está siendo utilizada para la remediación ambiental en la región amazónica del Ecuador. Esta labor requiere que la disponibilidad de esta maquinaria sea elevada para poder cumplir con la remediación ambiental.

El impacto será positivo para la empresa debido a que efectuará de mejor manera sus labores de remediación ambiental en los campos petroleros.

El estudio es factible técnicamente de realizar ya que el departamento de mantenimiento posee toda la información técnica requerida para el desarrollo del estudio.

Objetivos

Objetivo General

Estudiar la Gestión de Mantenimiento en ML Servicios y su incidencia en la disponibilidad de la maquinaria pesada.

Objetivos específicos

- Evaluar la Gestión de Mantenimiento en ML Servicios.
- Establecer la disponibilidad de la maquinaria pesada.
- Plantear las acciones de mejora en función de los resultados obtenidos.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

Área de estudio

Delimitación del objeto de investigación

Dominio: Tecnología y Sociedad

Línea de investigación: Empresarialidad y Productividad

Campo: Ingeniería Industrial

Área: Estudio de la Gestión de Mantenimiento

Aspecto: Disponibilidad de la maquinaria pesada

Objeto de estudio: Gestión de mantenimiento preventivo y disponibilidad

Periodo de análisis: Enero – Junio 2016

Enfoque de la investigación

Es una investigación cuantitativa y cualitativa

Cuantitativa

Esta investigación es cuantitativa porque se usará la información que reposa en el departamento de Mantenimiento de ML Servicios tales como: historial de mantenimiento

de las máquinas, historial de órdenes de servicio de cada máquina, manuales de operación y mantenimiento de los fabricantes, manual de partes, entre otros documentos.

Cualitativa

Esta investigación es cualitativa porque buscará las características y rasgos importantes de la información acerca de la maquinaria pesada. (Rodriguez & Gil, 1996)

Justificación de la metodología

Esta investigación es de campo porque se levantará la información en el campamento de ML Servicios en el cantón Joya de los Sachas.

Esta investigación es bibliográfica – documental porque se consultó libros, revistas, manuales, que traten el tema del mantenimiento de maquinaria pesada.

Población y muestra

Población

La población de la investigación está conformada por toda la maquinaria pesada de ML Servicios que opera en el oriente ecuatoriano; esto comprende excavadoras marca Komatsu modelo PC 200-8, excavadoras marca CASE modelo CX160B, tractores de oruga Caterpillar o también conocidos como bulldozer, retroexcavadoras- cargadoras Caterpillar más conocidas como gallinetas; se lo presenta en la **Tabla No.1**.

Las personas que forman parte de esta investigación se presenta en la **Tabla No. 2**.

Tabla No.1.- Población de la investigación (máquinas)

ORD.	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
1	Excavadora Komatsu	PC 200-8	10
2	Excavadora CASE	CX160B	5
3	Gallineta CAT	420 E	2
4	Tractor CAT	D6T LGP	2
TOTAL			19

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Tabla No. 2.- Población de la investigación (personal)

ORD.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Gerente	1
2	Supervisor de mantenimiento	1
TOTAL		2

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Técnicas de muestreo

Se va a usar la observación y la entrevista como técnica y los diferentes formatos de mantenimiento como el instrumento para recabar la información.

Variables de estudio

Variable Independiente

- Gestión del Mantenimiento

Variable Dependiente

- Disponibilidad de la maquinaria pesada

Diseño del trabajo
Operacionalización de variables

Tabla No. 3.- Variable Independiente (Gestión del Mantenimiento)

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Items Básicos	Técnicas/Instrumentos
<p>Conjunto de actividades destinadas a cumplir los objetivos del área de mantenimiento en cuanto a disponibilidad de la maquinaria pesada abarcando planificación, control y supervisión y mejora de los métodos y procedimientos aplicados con ese fin</p>	Conjunto de actividades	Porcentaje de cumplimiento de actividades	La empresa realiza el seguimiento de las actividades?	T: Observación I: Registro de actividades
	Planificación	Número de órdenes de trabajo elaboradas	La empresa tiene un plan para mantenimiento preventivo?	T: Entrevista I: Guía de entrevista
	Control y supervisión	Horas-máquina trabajadas	Cuántas horas-máquina diarias laboran?	T: Observación I: Registro de operación diaria
		Tiempos de mantenimiento	Cuánto tiempo tarda el mantenimiento de una excavadora?	T: Observación I: Registros de mantenimiento

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Tabla No. 4.- Variable Dependiente (Disponibilidad de maquinaria pesada)

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Items Básicos	Técnicas/Instrumentos
Es la relación entre el tiempo en que la maquinaria quedó disponible para operar ó, tiempo disponible, y el tiempo total de mantenimiento	Tiempo disponible	Horas trabajadas	Existe un registro de horas trabajadas?	T: Observación
	Tiempo total de mantenimiento	TMEF	Cómo se calcula el TMEF?	I: Registros de operación
		Tiempo de mantenimiento preventivo	Están calculados los tiempos de mantenimiento preventivo?	T: Observación
		Tiempo de mantenimiento correctivo	Existe un procedimiento para mantenimiento correctivo?	I: Registros de mantenimiento

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Procedimientos para la obtención y análisis de datos

Tabla para la recolección de información

Tabla No. 5.- Tabla para la recolección de información

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
1.- ¿PARA QUÉ?	Para llegar a los objetivos de la investigación
2.- ¿QUÉ PERSONAS O EQUIPOS?	Gerente, supervisor de mantenimiento
3.- ¿SOBRE QUÉ ASPECTO?	Disponibilidad, evaluación de la maquinaria pesada
4.- ¿QUIÉN?	El investigador
5.- ¿CUÁNDO?	Junio del 2016
6.- ¿DÓNDE?	Taller de mantenimiento de ML Servicios
7.- ¿CUÁNTAS VECES?	Las necesarias para alcanzar los objetivos
8.- ¿CUÁLES SON LAS TÉCNICAS PARA RECOLECTAR LA INFORMACIÓN?	Entrevista
	Observación
	Clasificación
	Deducción
9.- ¿CON QUÉ INSTRUMENTOS?	Observación
	Hoja de vida de las máquinas
	Formato de evaluación norma COVENIN 2500:93, áreas VII, VIII y XII
	Registros de mantenimiento
10.- ¿CUÁL ES LA SITUACIÓN?	Situación normal de trabajo

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Aplicación de las técnicas de recolección de información

El presente estudio técnico usará las siguientes técnicas de recolección de información: observación y la entrevista. Se realizará una entrevista al Gerente de la empresa y otra entrevista al jefe de mantenimiento que se encuentre de turno.

Aplicación de los instrumentos de recolección de información

Los instrumentos de recolección de información serán: Formato de evaluación COVENIN 2500:93, registros de operación diaria, registros de mantenimiento y hoja de vida de los equipos. Se revisará la información para descartar que sea contradictoria y para confirmar que los cálculos realizados con ella sean los correctos.

Procesamiento y validación

La información recabada se procesará siguiendo los siguientes procedimientos:

- Revisión y clasificación de la información recabada: esto es, organizar la información que está incompleta o tiene inconsistencias.
- Tabulación según las variables de la hipótesis.
- Estudio estadístico de datos para presentación de resultados.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de la investigación se procederá en primer lugar a evaluar al área de mantenimiento de ML Servicios, para ello se utiliza la norma COVENIN 2500:93, luego se calcula la disponibilidad de la maquinaria pesada y finalmente se calcula la disponibilidad en base a recomendaciones dadas por el investigador para la mejora del sistema de gestión de mantenimiento.

1.- Evaluación del departamento de mantenimiento de ML Servicios

La Norma COVENIN 2500:93 es una norma venezolana dirigida a sistemas industriales de mantenimiento, consta de doce áreas, cada área consta de un Principio Básico que es un enunciado que la empresa debe cumplir para seguir adelante en la evaluación, este principio básico tiene su puntuación, luego cada área tiene sus deméritos que son enunciados un poco más específicos que van restando puntos al principio básico en caso de no cumplirse total o parcialmente.

A continuación se detalla las doce áreas de la norma COVENIN 2500:93

Área I.- Organización de la empresa

Área II.- Organización de mantenimiento

Área III.- Planificación de mantenimiento

Área IV.- Mantenimiento Rutinario

Área V.- Mantenimiento Programado

Área VI.- Mantenimiento Circunstancial

Área VII.- Mantenimiento Correctivo

Área VIII.- Mantenimiento Preventivo

Área IX.- Mantenimiento por avería

Área X.- Personal de mantenimiento

Área XI.- Apoyo logístico

Área XII.- Recursos

El procedimiento de la norma COVENIN 2500:93 en su punto 3.2 establece que “el evaluador debe mantener una entrevista con los dirigentes de la empresa para realizar un análisis breve de la situación actual aunque no se debe profundizar en el análisis”. (CT3:CONSTRUCCIÓN, 93)

Efectivamente siguiendo el procedimiento de la norma se realizó la entrevista al Ing. Ramiro Mendía Luzuriaga, gerente de ML Servicios, de la cual se concluyó que se va a evaluar seis áreas; las mismas que se detallan a continuación.

- Área IV – Mantenimiento Rutinario, 3 principios básicos, 21 deméritos.
- Área V – Mantenimiento Programado, 3 principios básicos, 20 deméritos.
- Área VII – Mantenimiento Correctivo, 3 principios Básicos, 12 deméritos.
- Área VIII – Mantenimiento Preventivo, 4 principios básicos, 16 deméritos.
- Área IV – Mantenimiento por avería, 3 principios básicos, 18 deméritos.
- Área XII – Recursos, 5 principios Básicos, 37 deméritos

La entrevista al señor Gerente consta en el **Anexo No. 1**

Luego para recabar información de carácter técnico se entrevistó al Supervisor de Mantenimiento de turno, esta entrevista se encuentra en el **Anexo No.2.**

Criterio para evaluar al departamento de mantenimiento

El criterio para evaluar a las seis áreas del departamento de mantenimiento de ML Servicios es el siguiente:

En la **Tabla No. 6** se muestra el criterio para evaluar a los documentos y/o registros de mantenimiento y en la **Tabla No. 7** se muestra el criterio para evaluar a los repuestos, insumos y materiales.

Se debe señalar que, para efectos de tabulación, si un demerito en algún principio básico alcanza una puntuación con decimales, esta puntuación se subirá al valor inmediato superior esto con el objetivo de lograr que toda la puntuación sea con números enteros.

Tabla No. 6.- Criterio para la evaluación en documentos o registros

EXISTE/NO EXISTE	CATEGORIAS	PENALIDAD EN %
Existe Documentos/Registro	No tiene firmas	25
	No tiene fechas	25
	Sin descripción	50
	Incompleto	50
	Con inconsistencias	50
No existe Documentos/Registro		100

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Este criterio aplica para las áreas de mantenimiento rutinario, mantenimiento programado, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y mantenimiento por avería.

Los repuestos, herramientas, insumos y materiales están contemplados en el área XII Recursos.

Tabla No. 7.- Criterio para evaluar repuestos, insumos y materiales

EXISTE/NO EXISTE	CATEGORIAS	PENALIDAD EN %
Existe Repuestos/Insumos/ Materiales	En mal estado	50
	Caducados	50
	Sin código	25
	Insuficientes	50
No existe Repuestos/Insumos/ Materiales		100

Elaborado por: Edwing Ordoñez

A continuación se presenta un ejemplo de evaluación en el área VIII Mantenimiento preventivo, principio básico 4 acerca de control y evaluación.

Demérito 4.- “La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento preventivo basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás sistemas de mantenimiento”. (CT3:CONSTRUCCIÓN, 93)

Se calificó con el 50% de penalidad puesto que si bien es cierto se cuantifica los recursos utilizados no se compara con los demás sistemas de mantenimiento.

La puntuación obtenible es 20 y se la evaluó con 10.

Resultado de la evaluación del área de mantenimiento de ML Servicios

La **Tabla No. 8** presenta el resumen de la evaluación al departamento de mantenimiento de ML Servicios en las áreas IV,V, VII, VIII, IX y XII; en el periodo enero – junio de 2016.

La plantilla completa de evaluación al departamento de mantenimiento se puede observar en el **Anexo No. 3**

Tabla No.8.- Resultado de evaluación de las áreas IV, V, VII, VIII, IX y XII

No.	PRINCIPIO BÁSICO		COVENIN (Puntos)	ML SERVICIOS (Puntos)
1	ÁREA IV	Planificación	100	100
2	MANTENIMIENTO RUTINARIO	Programación e implementación	80	50
3		Control y evaluación	70	10
4		ÁREA V	Planificación	100
5	MANTENIMIENTO PROGRAMADO	Programación e implementación	100	50
6		Control y evaluación	70	35
7	ÁREA VII	Planificación	100	80
8	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	Programación e implementación	80	60
9		Control y evaluación	70	50
10	ÁREA VIII MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Determinación de parámetros	80	30
11		Planificación	40	20
12		Programación e implementación	70	40
13		Control y evaluación	60	35
14	ÁREA IX	Atención a las fallas	100	20
15	MANTENIMIENTO POR AVERÍA	Supervisión y ejecución	80	30
16		Información sobre las averías	70	25
17		ÁREA XII RECURSOS	Equipos	30
18	Herramientas		30	30
19	Instrumentos		30	24
20	Materiales		30	15
21	Repuestos		30	14
TOTAL			1170	640

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Evaluación global de las áreas del departamento de mantenimiento

A continuación se presenta el procedimiento que se aplicó para obtener la calificación de los diferentes principios básicos que conforman un área. Para el efecto se toma como ejemplo el área XII recursos.

1.- Se procedió a calificar cada demérito que conforman el principio básico, a estos deméritos se les aplicaba una penalidad cuando, a criterio del evaluador, no cumplía lo que el enunciado del demérito solicitaba.

2.- Luego de evaluado cada demérito se sumaban los valores de las penalidades aplicadas y este valor se resta del valor obtenible para ese principio básico propuesto por la Norma COVENIN 2500: 93, por ejemplo, el primer principio básico denominado Equipos obtuvo un puntaje de 27 siendo el puntaje máximo obtenible 30. Y así se procede con todos los principios básicos.

3.- Se suman los puntajes obtenidos por cada principio básico y se obtiene el puntaje global de esa área. Luego se aplica una regla de tres simple para obtener la calificación del área. A continuación se muestra un ejemplo del cálculo del porcentaje de calificación obtenido en el área XII Recursos.

Área XII.- Recursos

Puntaje obtenible según norma COVENIN 2500:93: 150 puntos

Puntaje obtenido por ML Servicios: 110 puntos

$$\text{Si: } 150 \longrightarrow 100\%$$

$$110 \longrightarrow x$$

$$x = \frac{110 \times 100\%}{150}$$

$$x = 73,33 \%$$

Este procedimiento se aplica para todas las áreas evaluadas del departamento de mantenimiento de ML Servicios.

En la **Tabla No. 9** se presentan los porcentajes de calificación de cada una de las áreas evaluadas.

Tabla No. 9.- Porcentaje de evaluación de las áreas

No.	ÁREA	PORCENTAJE DE CALIFICACIÓN
1	MANTENIMIENTO RUTINARIO	64,00%
2	MANTENIMIENTO PROGRAMADO	51,85%
3	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	76,00%
4	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	50,00%
5	MANTENIMIENTO POR AVERÍA	30,00%
6	RECURSOS	73,33%

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Cálculo de la evaluación al departamento de ML Servicios

Puntaje obtenible de las seis áreas evaluadas: 1170 puntos

Puntaje obtenido por ML Servicios: 640 puntos

Si: 1170 → 100%
640 → X

$$X = \frac{640 \times 100\%}{1170}$$

$$X = 54,7 \%$$

La **Figura No. 2** muestra una comparación gráfica de la matriz de evaluación del sistema de gestión de mantenimiento de ML Servicios con la máxima puntuación obtenible según COVENIN 2500:93

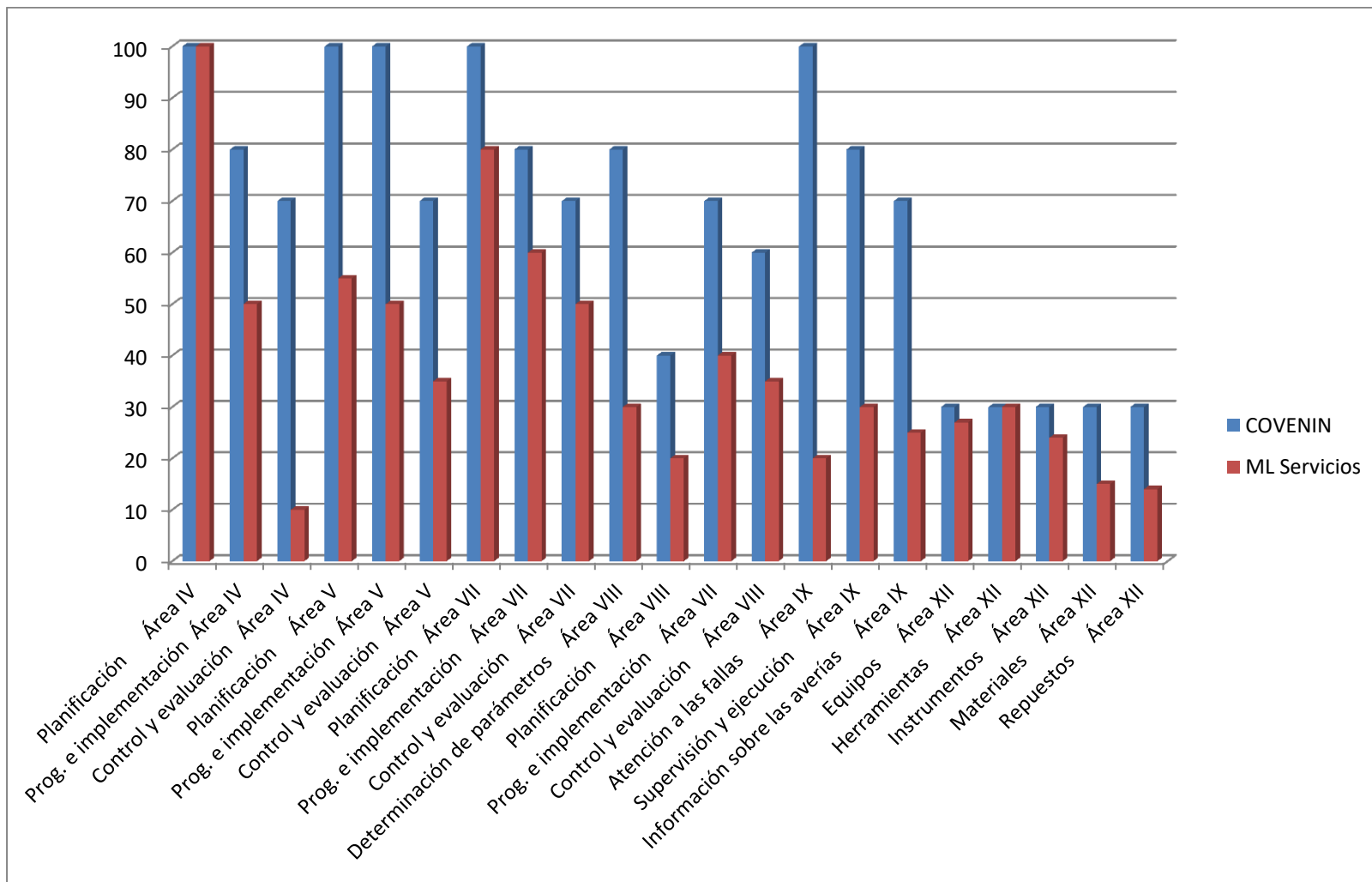


Figura No. 2.- Comparación de puntaje obtenido por ML Servicios y puntaje obtenible por COVENIN 2500:93
Elaborado por: Edwing Ordoñez

Análisis por áreas

Área IV.- Mantenimiento rutinario

La **Figura No.3** muestra la comparación gráfica del área IV con el máximo valor obtenible por principio básico según COVENIN 2500:93.

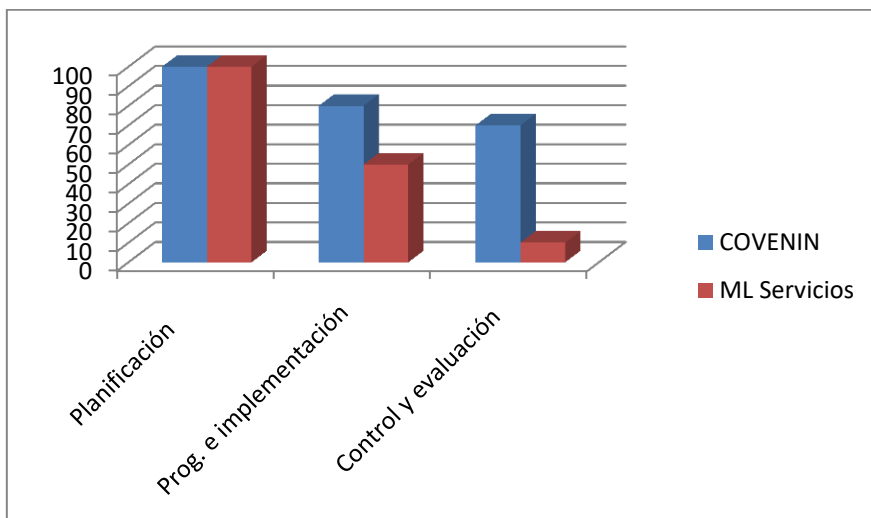


Figura No. 3.- Resultados de calificación al área IV
Elaborado por: Edwing Ordoñez

Área V.- Mantenimiento programado

La **Figura No. 4** muestra la comparación gráfica del área V con el máximo valor obtenible por principio básico según COVENIN 2500:93.

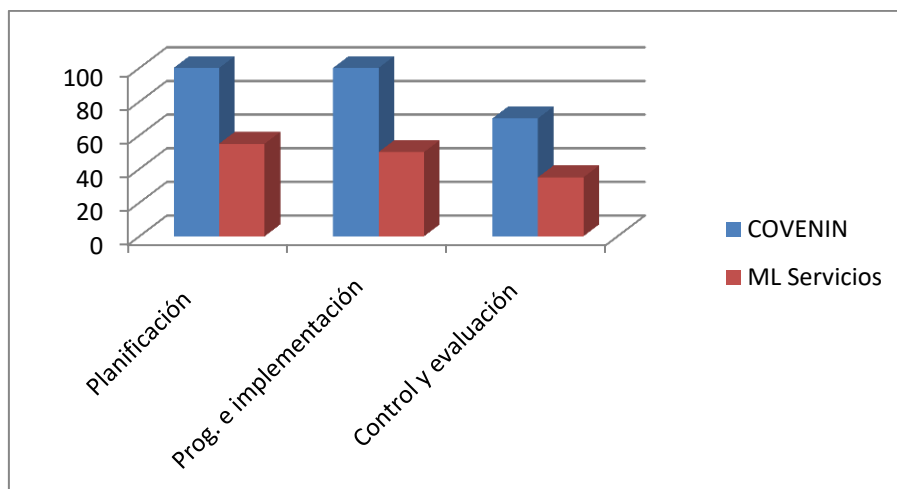


Figura No. 4.- Resultados de calificación al área V
Elaborado por: Edwing Ordoñez

Área VII.- Mantenimiento correctivo

La **Figura No. 5** muestra la comparación gráfica del área VII con el máximo valor obtenible por principio básico según COVENIN 2500:93

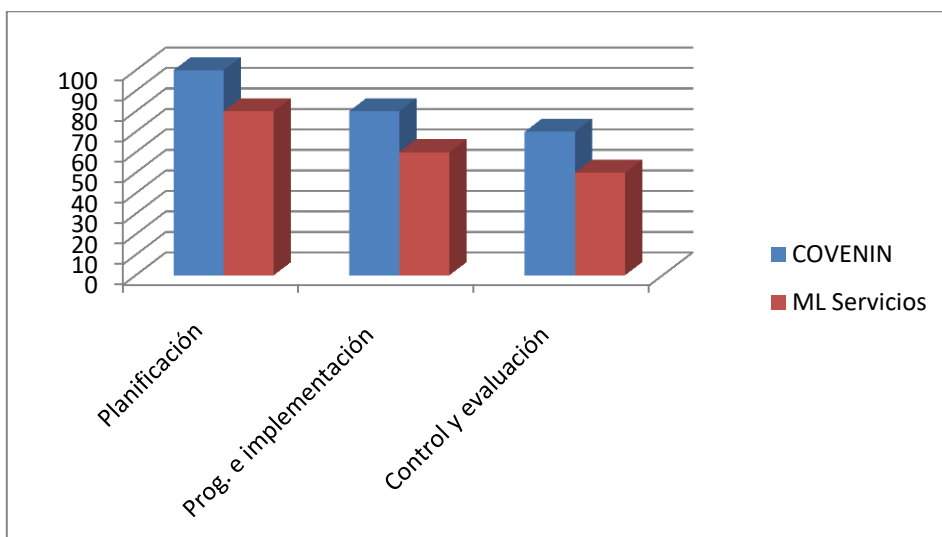


Figura No. 5.- Resultados de calificación al área VII

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Área VIII.- Mantenimiento preventivo

La **Figura No. 6** muestra la comparación gráfica del área VIII con el máximo valor obtenible por principio básico según COVENIN 2500:93

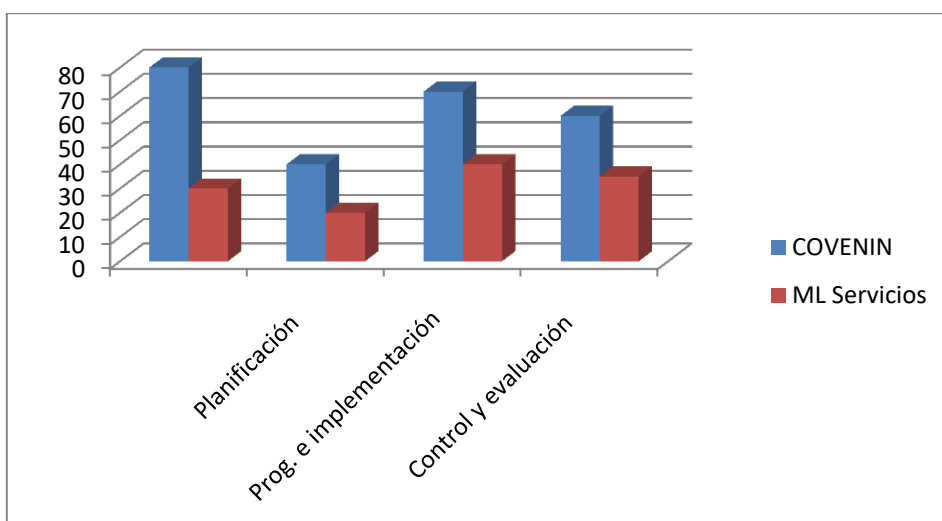


Figura No. 6.- Resultados de calificación al área VIII

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Área IX.- Mantenimiento por avería

La **Figura No.7** muestra la comparación gráfica del área IX con el máximo valor obtenible por principio básico según COVENIN 2500:93

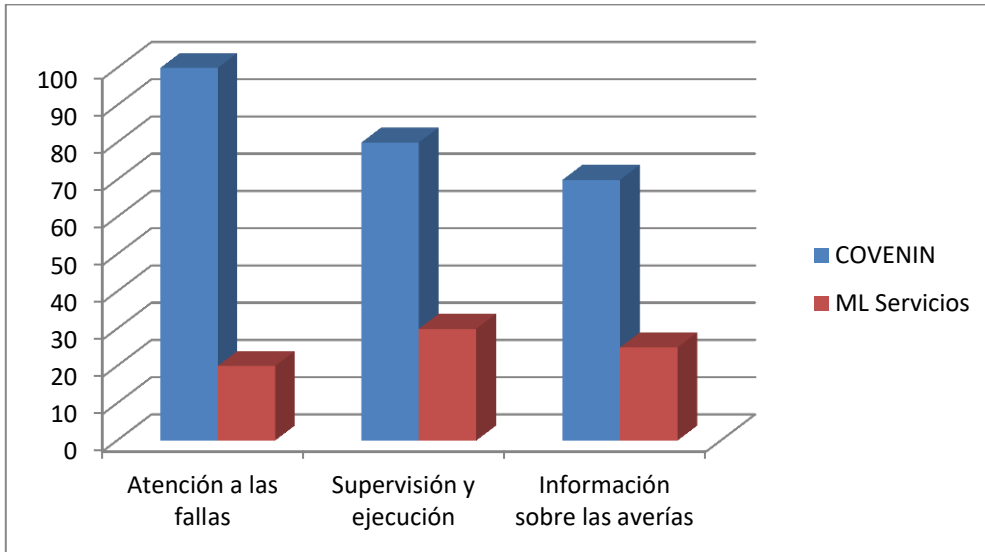


Figura No. 7.- Resultados de calificación al área IX

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Área XII- Recursos

La **Figura No. 8** muestra la comparación gráfica del área XII con el máximo valor obtenible por principio básico según COVENIN 2500:93

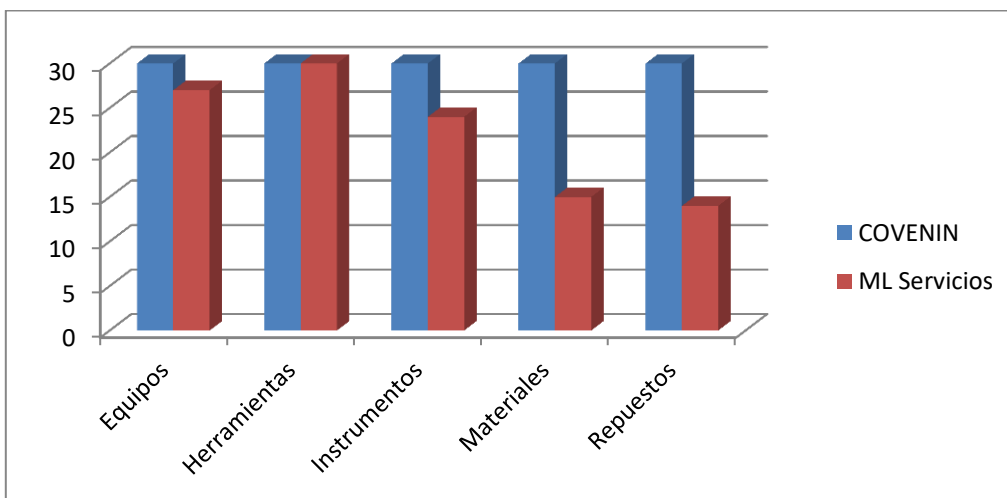


Figura No. 8.- Resultados de calificación al área XII

Elaborado por: Edwing Ordoñez

2.- Disponibilidad de la maquinaria pesada

Fórmula para calcular la disponibilidad de la maquinaria pesada

$$D = \frac{TMEF}{TMPR + TMEF}$$

De donde:

TMEF: Tiempo en que el equipo o instalación quedó disponible para producir.

TMPR: Tiempo de mantenimiento. (Mesa & Ortiz, 2006)

Cálculo del TMEF (Tiempo disponible para producir)

Las máquinas de ML Servicios trabajan doce horas diarias de 06h00 a 18h00 todos los días del año, así entonces las horas disponibles de enero a junio de 2016 se resumen en la **Tabla No. 10** en la que se ha tomado en cuenta los días que tiene cada mes y las doce horas diarias de trabajo por día.

Tabla No. 10.- Horas trabajadas por mes

MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	TOTAL
HORAS	372	348	372	360	372	360	2184

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Estas 2184 horas ya contempla una jornada de 12 horas diarias. El número de horas se debe multiplicar por las 19 máquinas que conforman la población del presente estudio técnico y se obtendrá el número total de horas laborables del conjunto de máquinas de ML Servicios.

Entonces se tiene:

$$2184 \times 19 = 41\,496 \text{ Horas}$$

TMEF = 41 496 Horas

Cálculo del TMPR (Tiempo de mantenimiento)

Tiempo de mantenimiento programado

Para garantizar la continuidad de la operación de la maquinaria pesada, el área de mantenimiento de ML Servicios realiza una serie de actividades recomendadas por el fabricante que se resumen en los diagramas de flujo que se presentan en el **Anexo No.4**

En estos diagramas de flujo se detallan cada una de las actividades que se realizan en el mantenimiento programado a los diferentes tipos de máquinas. Se ha elaborado un diagrama de flujo de procesos por cada máquina y por cada mantenimiento es decir a las 250 horas, a las 500 horas, a las 1000 horas y a las 2000 horas. Luego de las 2000 horas el proceso se repite empezando de nuevo a las 250 horas.

ML Servicios tiene estandarizado completamente los tiempos de los mantenimientos programados, basados en los diagramas de flujo mencionados anteriormente, para todas las marcas de máquinas así como también por cada intervalo de mantenimiento. Aquí se especifica cuanto tiempo toma en realizar cada actividad en minutos incluyendo aspectos como la movilización desde el campamento hasta el lugar en que se encuentra la máquina hasta temas como la limpieza del lugar luego de realizado el trabajo, también se incluyen los repuestos e insumos utilizados así como sus cantidades.

Para estandarizar estos tiempos el área de mantenimiento de ML Servicios tomó el promedio de los tiempos utilizados por cada uno de los técnicos mecánicos en la realización de las actividades, siendo los tiempos promedio encontrados los que se aprecian en el **Anexo No. 5.** y se utilizan en las Tablas No 11 y 12.

Debido a que las horas determinadas en los mantenimientos programados están expresadas en horas con sus respectivos minutos se los debe expresar en horas para poder realizar los cálculos.

Esta conversión se presenta en la **Tabla No. 11**

Tabla No.11.- Equivalencia de horas: minutos a horas

ORD.	MÁQUINA	INTERVALO DE MTTO. EN HORAS	TIEMPO EN HORAS: MINUTOS	TIEMPO EN HORAS
1	KOMATSU	250	5:15	5,25
2		500	5:25	5,42
3		1000	7:00	7,00
4		2000	8:55	8,92
5	CASE	250	5:15	5,25
6		500	5:30	5,50
7		1000	6:45	6,75
8		2000	9:40	9,67
9	GALLINETA	250	5:30	5,50
10		500	5:55	5,92
11		1000	9:05	9,80
12		2000	13:55	13,92
13	TRACTOR	250	4:50	4,83
14		500	5:45	5,75
15		1000	8:40	8,67
16		2000	13:55	13,92

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Cálculo del número de mantenimientos por intervalo de horas

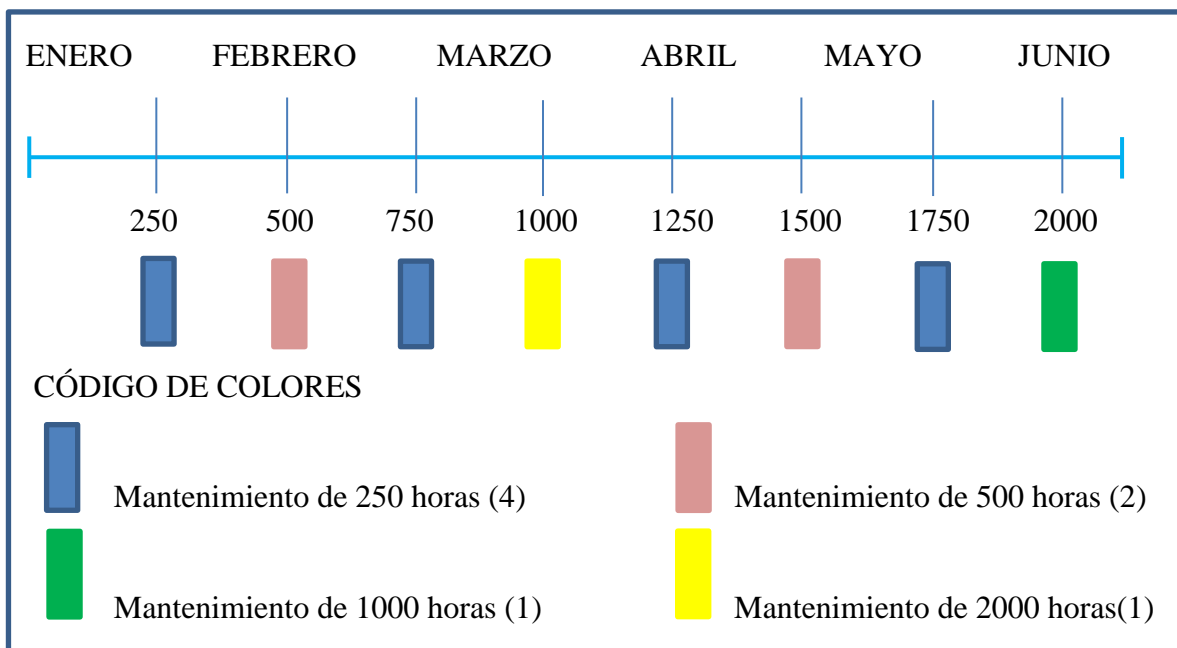


Figura No. 9.- Número de mantenimientos por intervalo de mantenimiento

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Entonces, según se observa en la **Figura No. 9**, en el periodo de estudio enero a junio de 2016, a cada una de las máquinas de ML Servicios se les ha realizado los siguientes mantenimientos programados:

- 4 mantenimientos de 250 horas
- 2 mantenimientos de 500 horas
- 1 mantenimiento de 1000 horas
- 1 mantenimiento de 2000 horas

En la **Tabla No. 12** se calcula el tiempo total de para de cada máquina por mantenimiento programado y se obtiene el tiempo total de mantenimiento programado en el periodo de estudio.

Tabla No. 12.- Tiempo total de mantenimiento programado

MARCA	INTERVALO DE MTTO.	CANTIDAD DE MTOS. EN 6 MESES (A)	TIEMPO POR MTTO. (HORAS) (B)	TIEMPO POR INTERVALO (HORAS) A X B	TIEMPO TOTAL POR MÁQUINA (HORAS) C	# DE MÁQUINAS D	TIEMPO TOTAL POR MARCA (HORAS) C X D
Komatsu	250	4	5,25	21,00	47,76	10	477,6
	500	2	5,42	10,84			
	1000	1	7,00	7,00			
	2000	1	8,92	8,92			
CASE	250	4	5,25	21,00	48,42	5	242,1
	500	2	5,50	11,00			
	1000	1	6,75	6,75			
	2000	1	9,67	9,67			
Gallineta	250	4	5,50	22,00	57,56	2	115,12
	500	2	5,92	11,84			
	1000	1	9,80	9,80			
	2000	1	13,92	13,92			
Tractor	250	4	4,83	19,32	53,41	2	106,82
	500	2	5,75	11,50			
	1000	1	8,67	8,67			
	2000	1	13,92	13,92			
TOTAL							941,64

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Tiempo total de mantenimiento programado

El tiempo total de mantenimiento programado se obtiene sumando los tiempos totales de para por cada tipo de máquina; para el presente estudio técnico en el periodo de estudio se obtuvo un tiempo total de:

Para el presente estudio técnico en el periodo de estudio se obtuvo un tiempo total de:

941,64 HORAS	(1)
--------------	-----

Tiempos de mantenimiento correctivo

Los mantenimientos correctivos en ML Servicios no están estandarizados como sí lo están los mantenimientos programados, esto debido a su naturaleza ya que al ser una condición no deseada ni esperada no se conoce exactamente el alcance del trabajo.

En la **Tabla No. 13** se presentan los tiempos de mantenimiento correctivo, recolectados de los documentos que reposan en el departamento de mantenimiento de ML Servicios. Se debe mencionar que en estos tiempos están incluidos los tiempos de movilización desde la base en Sacha hasta el punto de trabajo de las máquinas.

Tabla No. 13.- Tiempos de mantenimiento correctivo por máquina

ORD.	EQUIPO	SERIE	HORAS MTTO. CORRECTIVO	MOTIVO
1	Excavadora Komatsu	C62697	12	Cambio de escape
2	Excavadora Komatsu	C62791	48	Resorte templador roto
3	Excavadora Komatsu	C62607	20	Cambio de sellos de cilindro
4	Excavadora Komatsu	C62724	12	Cambio de rodillo
5	Excavadora Komatsu	C62688	32	Suelda en uñas del cucharón
6	Excavadora Komatsu	C62683	48	Cambio de compresor
7	Tractor CAT	WCG 566	36	Cambio de escape
	TOTAL HORAS		208	

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Tiempo total de mantenimiento correctivo

Para el presente estudio técnico en el periodo de estudio se obtuvo un tiempo total de:

208 HORAS	(2)
-----------	-----

Tiempos de mantenimiento por avería

Los trabajos de mantenimiento considerados por avería son aquellos que no permiten que la maquinaria siga operando. En ML Servicios estos mantenimientos en su gran mayoría son por rotura de mangueras. En la **Tabla No.14** se enumeran los trabajos por avería en el periodo enero-junio de 2016 con sus respectivos tiempos.

Tabla No.14.- Tiempos de mantenimiento por avería

ORD.	EQUIPO	SERIE	HORAS MTTO. POR AVERÍA	MOTIVO
1	Excavadora Komatsu	C62698	36	Mangueras rotas (3)
2	Excavadora Komatsu	C62605	12	Manguera rota
3	Excavadora Komatsu	C62700	12	Manguera rota
4	Excavadora Komatsu	C62340	18	Manguera rota
5	Excavadora CASE	SAF1524	48	Rotura de turbo
6	Excavadora CASE	SAF1519	48	Rotura de turbo
7	Excavadora CASE	SAF1522	12	Manguera rota
8	Excavadora CASE	SAF1525	18	Manguera rota
9	Excavadora CASE	SAF1521	96	Cambio de inyectores
10	Gallineta CAT	PRA891	24	Manguera rota (2)
11	Gallineta CAT	PRA807	12	Manguera rota
13	Tractor CAT	WCG 569	36	Mangueras rotas (2)
	TOTAL HORAS		372	

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Tiempo total de mantenimiento por avería

Para el presente estudio técnico en el periodo de estudio se obtuvo un tiempo total de:

372 HORAS

(3)

Tiempos de mantenimiento rutinario

El mantenimiento rutinario es aquel que se da a las máquinas todos los días. Cuando se trata de maquinaria pesada generalmente este mantenimiento lo realiza el ayudante del operador. Este mantenimiento no está estandarizado en sus tiempos debido a su naturaleza ya que depende de diferentes factores como: el ambiente donde se está trabajando, los años de las máquinas, el criterio del operador, etc; pero es habitual que el operador y su ayudante se tomen alrededor de 15 minutos antes de empezar la jornada para hacer estos trabajos.

El departamento de mantenimiento de ML Servicios ha manifestado a los operadores que es su obligación dar el mantenimiento rutinario a la máquina que tienen a cargo. Entre las actividades de mantenimiento rutinario se menciona a las siguientes:

- Engrase diario por los puntos de engrase
- Drenaje del agua del filtro separador de agua y del tanque de combustible
- Limpieza del tren de rodaje

A continuación se procede a calcular el tiempo total de mantenimiento rutinario.

$$\textit{Tiempo de mantenimiento rutinario} = \frac{\textit{horas}}{\textit{día}} \times \textit{días trabajados} \times \textit{\# de máquinas}$$

$$\textit{Tiempo de mantenimiento rutinario} = \frac{0,25 \textit{ horas}}{\textit{ día}} \times 182 \textit{ días} \times 19 \textit{ máquinas}$$

$$\textit{Tiempo de mantenimiento rutinario} = 864,5 \textit{ horas}$$

Para el presente estudio técnico en el periodo de estudio se obtuvo un tiempo total de:

864,5 HORAS

(4)

Tiempos de mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es aquel que se da a las máquinas para evitar la ocurrencia de un daño mayor en el futuro. Estos trabajos son los que se ejecutan en un intervalo igual o mayor a una semana. A continuación se detallan algunos trabajos de mantenimiento preventivo.

- Templado de la oruga de la cadena
- Limpieza de radiadores con agua
- Limpieza del filtro de aire con aire comprimido

En ML Servicios se realiza estos trabajos los días sábados y domingos por la tarde dedicándole una hora cada quince días, o sea 2 horas al mes.

A continuación se procede a calcular el tiempo total de mantenimiento preventivo.

$$\textit{Tiempo de mantenimiento preventivo} = \frac{\textit{horas}}{\textit{mes}} \times \# \textit{ meses} \times \# \textit{ de máquinas}$$

$$\textit{Tiempo de mantenimiento preventivo} = \frac{2 \textit{ horas}}{\textit{mes}} \times 6 \textit{ meses} \times 19 \textit{ máquinas}$$

$$\textit{Tiempo de mantenimiento preventivo} = 228 \textit{ horas}$$

Para el presente estudio técnico en el periodo de estudio se obtuvo un tiempo total de:

228 HORAS	(5)
-----------	-----

Para el cálculo del TPMR (Tiempo total de mantenimiento) se procede a efectuar la suma de todos los tiempos de mantenimiento anteriormente obtenidos. Estos son los siguientes:

TMPR = tiempo de mantenimiento programado (1) + tiempo de mantenimiento correctivo (2) + tiempo de mantenimiento por avería (3) + tiempo de mantenimiento rutinario (4) + tiempo de mantenimiento preventivo (5)

$$TMPR = (1) + (2) + (3) + (4) + (5)$$

$$TMPR = 941,64 \text{ Horas} + 208 \text{ Horas} + 372 \text{ Horas} + 864,5 \text{ Horas} + 228 \text{ Horas}$$

$$TMPR = 2\,614,14 \text{ Horas}$$

Cálculo de la disponibilidad de la maquinaria pesada de ML Servicios

$$D = \frac{TMEF}{TMPR + TMEF}$$

$$D = \frac{41\,496}{2\,614,14 + 41\,496} \times 100\%$$

$$D = 94,07 \%$$

Cálculo de la participación de cada mantenimiento en el TMPR

En la **Tabla No.15** se muestra la participación de cada tipo de mantenimiento en el TMPR.

Tabla No. 15 Porcentaje de cada mantenimiento en el TMPR

ORD.	TIPO DE MANTENIMIENTO	TIEMPO EN HORAS	PORCENTAJE EN EL TMPR
1	RUTINARIO	864,5	33,07%
2	PROGRAMADO	941,64	36,02%
3	CORRECTIVO	208	7,95%
4	PREVENTIVO	228	8,72%
5	POR AVERÍA	372	14,23%

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Cálculo de la disponibilidad por marca

Del mismo modo que se comparó las diferentes áreas de mantenimiento evaluadas según la norma COVENIN 2500:93; también es necesario comparar las marcas de maquinaria pesada por su disponibilidad para conocer cuál de ellas es la de mejor disponibilidad.

Disponibilidad de gallineta CAT

En la **Tabla No. 16** se muestra los tiempos de mantenimiento de la gallineta CAT

Tabla No. 16.- Tiempos de mantenimiento gallineta CAT

ORD.	SERIE	HORAS MTTO. CORRECTIVO	HORAS MTTO. PROGRAMADO	HORAS MTTO. PREVENTIVO	HORAS MTTO. POR AVERÍA	HORAS MTTO. RUTINARIO
1	PRA891	0	57,56	12	24	45,5
2	PRA807	0	57,56	12	12	45,5
	TOTAL	0	115,12	24	36	91

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Se calcula el TMEF

$$TMEF = 2184 \times 2$$

$$TMEF = 4\ 368 \text{ Horas}$$

Siendo el TMPR

$$TMPR = 115,12 + 24 + 36 + 91 \text{ Horas}$$

$$TMPR = 266,12 \text{ Horas}$$

$$D = \frac{TMEF}{TMPR + TMEF}$$

$$D = \frac{4\ 368}{266,12 + 4\ 368} \times 100\%$$

$$D = 94,25 \%$$

Disponibilidad de tractor CAT

En la **Tabla No. 17** se muestran los tiempos de mantenimiento de tractor CAT

Tabla No. 17.- Tiempos de mantenimiento de tractor CAT

ORD.	EQUIPO	SERIE	HORAS MTTO. CORR.	HORAS MTTO. PROG.	HORAS MTTO. PREVENTIVO	HORAS MTTO. POR AVERÍA	HORAS MTTO. RUTINARIO
1	Tractor	WCG566	36	53,41	12	0	45,5
2	Tractor	WCG569	0	53,41	12	36	45,5
TOTALES			36	106,82	24	36	91

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Se calcula el TMEF

$$TMEF = 2184 \times 2$$

$$TMEF = 4\ 368 \text{ Horas}$$

Siendo el TMPR

$$TMPR = 36 + 106,82 + 24 + 36 + 91 \text{ Horas}$$

$$TMPR = 293,82 \text{ Horas}$$

$$D = \frac{TMEF}{TMPR + TMEF}$$

$$D = \frac{4\ 368}{293,82 + 4\ 368} \times 100\%$$

$$D = 93,69 \%$$

Disponibilidad de excavadoras CASE

En la **Tabla No. 18** se muestran los tiempos de mantenimiento de excavadoras CASE

Tabla No. 18.- Tiempos de mantenimiento de excavadoras CASE

ORD.	EQUIPO	SERIE	HORAS MTTO. CORR.	HORAS MTTO. PROGR.	HORAS MTTO. PREVENTIVO	HORAS MTTO. POR AVERÍA	HORAS MTTO. RUTINARIO
1	CASE	SAF1524	0	48,42	12	48	45,5
2	CASE	SAF1519	0	48,42	12	48	45,5
3	CASE	SAF1522	0	48,42	12	12	45,5
4	CASE	SAF1525	0	48,42	12	18	45,5
5	CASE	SAF1521	0	48,42	12	96	45,5
	TOTALES		0	242,1	60	222	227,5

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Se calcula el TMEF

$$TMEF = 2184 \times 5$$

$$TMEF = 10\,920 \text{ Horas}$$

Siendo el Tmpr

$$Tmpr = 242,1 + 60 + 222 + 227,5 \text{ Horas}$$

$$Tmpr = 751,6 \text{ Horas}$$

$$D = \frac{TMEF}{Tmpr + TMEF}$$

$$D = \frac{10\,920}{751,6 + 10\,920} \times 100\%$$

$D = 93,56\%$

Disponibilidad de excavadoras Komatsu

En la **Tabla No. 19** se muestran los tiempos de mantenimiento de excavadora Komatsu

Tabla No.19.- Tiempos de mantenimiento de excavadoras Komatsu

ORD.	EQUIPO	SERIE	HORAS MTTO. CORR.	HORAS MTTO. PROG.	HORAS MTTO. PREVENTIVO	HORAS MTTO. POR AVERÍA	HORAS MTTO. RUTINARIO
1	Komatsu	C62698	0	47,76	12	36	45,5
2	Komatsu	C62605	0	47,76	12	12	45,5
3	Komatsu	C62697	12	47,76	12	0	45,5
4	Komatsu	C62700	0	47,76	12	12	45,5
5	Komatsu	C62791	48	47,76	12	0	45,5
6	Komatsu	C62607	20	47,76	12	0	45,5
7	Komatsu	C62340	0	47,76	12	18	45,5
8	Komatsu	C62724	12	47,76	12	0	45,5
9	Komatsu	C62688	32	47,76	12	0	45,5
10	Komatsu	C62683	48	47,76	12	0	45,5
TOTALES			172	477,6	120	78	455

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Se calcula el TMEF

$$TMEF = 2184 \times 10$$

$$TMEF = 21840 \text{ Horas}$$

Siendo el TMPR

$$TMPR = 172 + 477,6 + 120 + 78 + 455 \text{ horas}$$

$$TMPR = 1302,6 \text{ Horas}$$

$$D = \frac{TMEF}{TMPR + TMEF}$$

$$D = \frac{21840}{1302,6 + 21840} \times 100\%$$

$$D = 94,37 \%$$

Comparación de disponibilidad por marca de maquinaria

En la **Tabla No. 20** se presenta la disponibilidad por marca de maquinaria.

Tabla No. 20.- Comparación de marcas por su disponibilidad

MARCA	DISPONIBILIDAD
Komatsu	94,37 %
CASE	93,56 %
Gallineta CAT	94,25 %
Tractor CAT	93,69 %

Elaborado por: Edwing Ordoñez

En la **Figura No. 10** se compara las disponibilidades según la marca

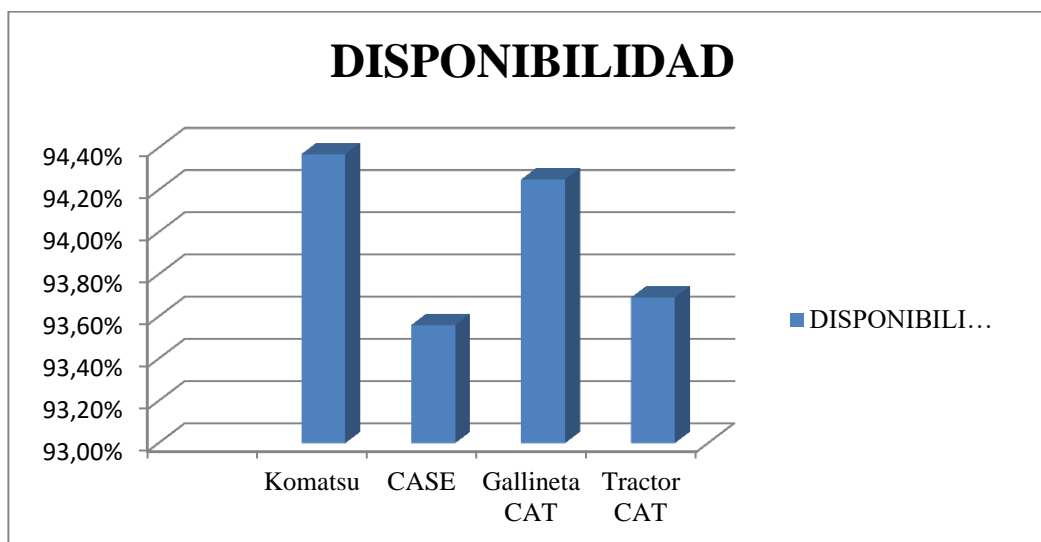


Figura No 10.- Comparación de disponibilidad entre marcas

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Disponibilidad vs. Indisponibilidad

En la **Tabla No. 21** se compara la relación disponibilidad vs. indisponibilidad

Tabla No. 21 .- Disponibilidad vs. Indisponibilidad

PORCENTAJE DISPONIBILIDAD	PORCENTAJE INDISPONIBILIDAD
94,07 %	5,93 %

Elaborado por: Edwing Ordoñez

En la **Figura No. 11** se compara la disponibilidad con la indisponibilidad

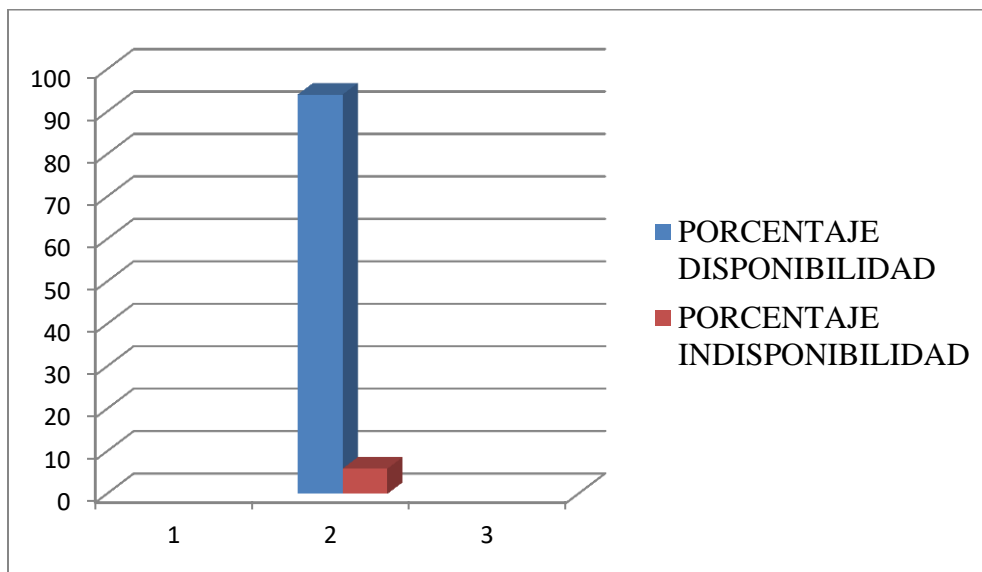


Figura No 11 .- Disponibilidad vs. Indisponibilidad

Elaborado por: Edwing Ordoñez

3.- Mejoramiento de la disponibilidad

Petroamazonas EP paga a ML Servicios 85 dólares la hora trabajada por cada máquina en alquiler, anteriormente ya se calculó el TMPR y con ese dato se puede calcular el valor que deja de percibir la empresa por el tiempo que la maquinaria pasa en los diferentes tipos de mantenimiento.

$$P\acute{e}rdida = TMPR (Horas) \times \frac{valor (USD)}{Hora}$$

$$P\acute{e}rdida = 2\ 614,14 (Horas) \times \frac{85 (USD)}{Hora}$$

$$P\acute{e}rdida = 222\ 201,9 USD$$

La empresa pierde 222 201, 9 USD en el periodo de enero a junio de 2016 por el tiempo que las máquinas reciben mantenimiento, pero se sabe que es imposible evitar el mantenimiento ya que la vida útil de las máquinas se iría en picada, por lo que se aclara que el valor obtenido arriba solo es un valor de referencia.

A continuación el análisis de, sí es factible o no, mejorar el tiempo de cada uno de los tipos de mantenimiento

El tiempo total de mantenimiento programado no se puede modificar puesto que son tiempos estandarizados y son muy necesarios para mantener operativas las máquinas, los tiempos de mantenimiento rutinario tampoco se pueden modificar puesto que son recomendados por el propio fabricante, al mantenimiento correctivo se lo puede aplazar en su ejecución pero el tiempo de trabajo no va a variar.

El tiempo de mantenimiento preventivo si es susceptible de disminuirlo ya que depende mucho de la opinión del operador y del técnico de mantenimiento, pero muchas veces ellos ya tienen establecido un cronograma para realizar este tipo de mantenimiento.

El tiempo de mantenimiento que verdaderamente es susceptible a disminuirlo es el tiempo de mantenimiento por avería, puesto que en su mayoría de casos son por rotura de mangueras y es conveniente tratar de disminuirlo puesto que este tipo de trabajos deja indisponible la máquina y representa el 14,23% del total del TMPR.

Cuando se rompe una manguera en una excavadora de ML Servicios el procedimiento a seguir es el siguiente: el operador informa por radio del percance al supervisor de mantenimiento, el supervisor de mantenimiento sale al centro del pueblo a proformar la manguera, luego con la proforma solicita a la contadora dinero de caja chica, la señora contadora pide autorización a Quito para entregar el dinero. Todo este procedimiento toma de 12 a 36 horas, dependiendo de la rapidez de la autorización de Quito, hasta que se cambia la manguera rota y se pone nuevamente operativa la excavadora.

Como puede observarse en el ejemplo anterior el tiempo de mantenimiento por avería puede disminuir si se disminuyen los tiempos de trámite y si se mejoran las actividades para el desarrollo de dicho mantenimiento, es así que se propone lo siguiente:

Acciones recomendadas para el mejoramiento del tiempo de mantenimiento por avería

Estas recomendaciones se indican en función de la experiencia propia del investigador al trabajar ocho años con este tipo de máquinas. El investigador propone adquirir:

- Una máquina hidráulica prensadora de mangueras
- Rollos de mangueras de diferente diámetro y presión
- Férulas y acoples de diferente medida

Si se comprara los elementos mencionados anteriormente el tiempo de mantenimiento por avería disminuiría considerablemente ya que basta que el operador informe por radio que se rompió una manguera para que un técnico en la base construya la manguera solicitada y salga inmediatamente al campo a cambiarla.

El tiempo que tomaría fabricar la manguera, desplazarse hasta el sitio donde está la máquina y cambiarla tomaría máximo 4 horas. Con este nuevo tiempo se puede calcular un nuevo tiempo total de mantenimiento, también se puede calcular una nueva disponibilidad y posteriormente se puede calcular cuánto dinero extra ingresaría a la empresa al disminuir el TMPR.

Cálculo del nuevo tiempo de mantenimiento por avería

Se debe señalar que en la Tabla No. 13 se indica que a algunas máquinas se cambió más de una manguera en el periodo enero a junio de 2016, lo que indica que se debe dividir el tiempo de mantenimiento por avería de esa máquina por el número de mangueras. En la **Tabla No. 22** se presenta el nuevo cálculo del tiempo de mantenimiento por avería

Tabla No. 22.- Nuevo tiempo de mantenimiento por avería

ORD.	EQUIPO	SERIE	HORAS MTTO. POR AVERÍA	MOTIVO
1	Excavadora Komatsu	C62698	12	Mangueras rotas (3)
2	Excavadora Komatsu	C62605	4	Manguera rota
3	Excavadora Komatsu	C62700	4	Manguera rota
4	Excavadora Komatsu	C62340	4	Manguera rota
5	Excavadora CASE	SAF1524	48	Rotura de turbo
6	Excavadora CASE	SAF1519	48	Rotura de turbo
7	Excavadora CASE	SAF1522	4	Manguera rota
8	Excavadora CASE	SAF1525	4	Manguera rota
9	Excavadora CASE	SAF1521	96	Cambio de inyectores
10	Gallineta CAT	PRA891	8	Manguera rota (2)
11	Gallineta CAT	PRA807	4	Manguera rota
13	Tractor CAT	WCG 569	8	Mangueras rotas (2)
TOTAL HORAS			244	

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Entonces el nuevo tiempo de mantenimiento por avería es:

$$\boxed{244 \text{ HORAS}} \quad (6)$$

Cálculo del nuevo TMPR

TMPR (nuevo) = tiempo de mantenimiento programado (1) + tiempo de mantenimiento correctivo (2) + tiempo de mantenimiento por avería (6) + tiempo de mantenimiento rutinario (4) + tiempo de mantenimiento preventivo (5)

$$\text{TMPR (nuevo)} = (1) + (2) + (6) + (4) + (5)$$

$$\text{TMPR (nuevo)} = 941,64 \text{ Horas} + 208 \text{ Horas} + 244 \text{ Horas} + 864,5 \text{ Horas} + 228 \text{ Horas}$$

$$\text{TMPR (nuevo)} = \mathbf{2\ 486,14 \text{ Horas}}$$

Cálculo de la nueva disponibilidad

$$D = \frac{TMEF}{TMPR + TMEF}$$

$$D = \frac{41\ 496}{2\ 486,14 + 41\ 496} \times 100\%$$

$$\boxed{D = 94,34 \%}$$

Cálculo de la pérdida con el nuevo TMPR

$$\text{Pérdida} = \text{TMPR (Horas)} \times \frac{\text{valor (USD)}}{\text{Hora}}$$

$$P\acute{e}rdida = 2\,486,14 \text{ (Horas)} \times \frac{85 \text{ (USD)}}{\text{Hora}}$$

$$P\acute{e}rdida = 211\,321,9 \text{ USD}$$

Cálculo de la disponibilidad por marca luego de la aplicación de las acciones de mejora

Disponibilidad de gallineta CAT

En la **Tabla No. 23** se muestra los tiempos de mantenimiento de la gallineta CAT

Tabla No. 23.- Tiempos de mantenimiento gallineta CAT

ORD.	SERIE	HORAS MTTO. CORRECTIVO	HORAS MTTO. PROGRAMADO	HORAS MTTO. PREVENTIVO	HORAS MTTO. POR AVERÍA	HORAS MTTO. RUTINARIO
1	PRA891	0	57,56	12	8	45,5
2	PRA807	0	57,56	12	4	45,5
	TOTAL	0	115,12	24	12	91

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Se calcula el TMEF

$$TMEF = 2184 \times 2$$

$$TMEF = 4\,368 \text{ Horas}$$

Siendo el TMPR

$$TMPR = 115,12 + 24 + 12 + 91 \text{ Horas}$$

$$TMPR = 242,12 \text{ Horas}$$

$$D = \frac{TMEF}{TMPR + TMEF}$$

$$D = \frac{4\,368}{242,12 + 4\,368} \times 100\%$$

$D = 94,74 \%$

Disponibilidad de tractor CAT

En la **Tabla No. 24** se muestran los tiempos de mantenimiento de tractor CAT

Tabla No. 24.- Tiempos de mantenimiento de tractor CAT

ORD.	EQUIPO	SERIE	HORAS MTTO. CORR.	HORAS MTTO. PROG.	HORAS MTTO. PREVENTIVO	HORAS MTTO. POR AVERÍA	HORAS MTTO. RUTINARIO
1	Tractor	WCG566	36	53,41	12	0	45,5
2	Tractor	WCG569	0	53,41	12	8	45,5
TOTALES			36	106,82	24	8	91

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Se calcula el TMEF

$$TMEF = 2184 \times 2$$

$$TMEF = 4\,368 \text{ Horas}$$

Siendo el TMPR

$$TMPR = 36 + 106,82 + 24 + 8 + 91 \text{ Horas}$$

$$TMPR = 265,82 \text{ Horas}$$

$$D = \frac{TMEF}{TMPR + TMEF}$$

$$D = \frac{4\,368}{265,82 + 4\,368} \times 100\%$$

$$D = 94,26 \%$$

Disponibilidad de excavadoras CASE

En la **Tabla No. 25** se muestran los tiempos de mantenimiento de excavadoras CASE

Tabla No. 25.- Tiempos de mantenimiento de excavadoras CASE

ORD.	EQUIPO	SERIE	HORAS MTTO. CORR.	HORAS MTTO. PROGR.	HORAS MTTO. PREVENTIVO	HORAS MTTO. POR AVERÍA	HORAS MTTO. RUTINARIO
1	CASE	SAF1524	0	48,42	12	48	45,5
2	CASE	SAF1519	0	48,42	12	48	45,5
3	CASE	SAF1522	0	48,42	12	4	45,5
4	CASE	SAF1525	0	48,42	12	4	45,5
5	CASE	SAF1521	0	48,42	12	96	45,5
TOTALES			0	242,1	60	200	227,5

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Se calcula el TMEF

$$TMEF = 2184 \times 5$$

$$TMEF = 10\ 920 \text{ Horas}$$

Siendo el TMPR

$$TMPR = 242,1 + 60 + 200 + 227,5 \text{ Horas}$$

$$TMPR = 729,6 \text{ Horas}$$

$$D = \frac{TMEF}{TMPR + TMEF}$$

$$D = \frac{10\,920}{729,6 + 10\,920} \times 100\%$$

$D = 93,73\%$

Disponibilidad de excavadoras Komatsu

En la **Tabla No. 26** se muestran los tiempos de mantenimiento de excavadora Komatsu

Tabla No.26.- Tiempos de mantenimiento de excavadoras Komatsu

ORD.	EQUIPO	SERIE	HORAS MTTO. CORR.	HORAS MTTO. PROG.	HORAS MTTO. PREVENTIVO	HORAS MTTO. POR AVERÍA	HORAS MTTO. RUTINARIO
1	Komatsu	C62698	0	47,76	12	12	45,5
2	Komatsu	C62605	0	47,76	12	4	45,5
3	Komatsu	C62697	12	47,76	12	0	45,5
4	Komatsu	C62700	0	47,76	12	4	45,5
5	Komatsu	C62791	48	47,76	12	0	45,5
6	Komatsu	C62607	20	47,76	12	0	45,5
7	Komatsu	C62340	0	47,76	12	4	45,5
8	Komatsu	C62724	12	47,76	12	0	45,5
9	Komatsu	C62688	32	47,76	12	0	45,5
10	Komatsu	C62683	48	47,76	12	0	45,5
TOTALES			172	477,6	120	24	455

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Se calcula el TMEF

$$\text{TMEF} = 2184 \times 10$$

$$\text{TMEF} = 21840 \text{ Horas}$$

Siendo el Tmpr

$$\text{Tmpr} = 172 + 477,6 + 120 + 24 + 455 \text{ horas}$$

$$\text{Tmpr} = 1\,248,6 \text{ Horas}$$

$$D = \frac{TMEF}{TMPR + TMEF}$$

$$D = \frac{21840}{1\ 248,6 + 21840} \times 100\%$$

94,59 %

Comparación de disponibilidad por marca de maquinaria luego de aplicadas las acciones de mejora

En la **Tabla No. 27** se presenta la disponibilidad por marca de maquinaria ya aplicadas las acciones de mejora recomendadas.

Tabla No. 27.- Comparación de marcas por su disponibilidad

MARCA	DISPONIBILIDAD
Komatsu	94,59 %
CASE	93,73 %
Gallineta CAT	94,74 %
Tractor CAT	94,26 %

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Comparación de la disponibilidad real con la disponibilidad obtenida luego de aplicadas las acciones de mejora

En la **Tabla No. 28** se compara las disponibilidades reales y la hipotética obtenida luego de aplicadas las acciones de mejora en el mantenimiento por avería y se muestra la posible ganancia en disponibilidad.

Tabla No. 28.- Comparación de las nuevas disponibilidades por marca

ORD.	MARCA DE MAQUINARIA	DISPONIBILIDAD REAL	DISPONIBILIDAD HIPOTETICA	GANANCIA EN DISPONIBILIDAD
1	Komatsu	94,37%	94,59%	0,22%
2	CASE	93,56%	93,73%	0,17%
3	Gallineta CAT	94,25%	94,74%	0,49%
4	Tractor CAT	93,69%	94,26%	0,57%

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Cálculo de la ganancia económica luego de aplicadas las acciones de mejora recomendadas

Para calcular la ganancia económica que dejaría la aplicación de las acciones de mejora recomendadas se debe calcular cuánto pierde la empresa por concepto de mantenimiento por avería antes y después de aplicadas las acciones de mejora.

Cálculo de pérdida por mantenimiento por avería antes de las acciones de mejora.

Tiempo1 = 372 Horas (Tabla No. 14)

$$Pérdida 1 = TMPR (Horas) \times \frac{valor (USD)}{Hora}$$

$$Pérdida 1 = 372 (Horas) \times \frac{85 (USD)}{Hora}$$

$$Pérdida 1 = 31 620 USD$$

Cálculo de pérdida por mantenimiento por avería después de las acciones de mejora.

Tiempo2 = 244 Horas (Tabla No.22)

$$P\acute{e}rdida\ 2 = TMPR\ (Horas) \times \frac{valor\ (USD)}{Hora}$$

$$P\acute{e}rdida\ 2 = 244\ (Horas) \times \frac{85\ (USD)}{Hora}$$

$$P\acute{e}rdida\ 2 = 20\ 740\ USD$$

C\c{a}lculo de la ganancia econ\omicron;mica (G)

$$G = P\acute{e}rdida\ 1 - P\acute{e}rdida\ 2$$

$$G = 31\ 620\ USD - 20740\ USD$$

G = 10 880 USD

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Interpretación de resultados

1.- Análisis del resultado de la evaluación al área de mantenimiento de ML Servicios

ML Servicios tiene una calificación global de 54,7/100 según la evaluación realizada a las áreas IV, V, VII, VIII, IX y XII de su departamento de mantenimiento para el periodo de tiempo de enero hasta junio de 2016.

Este resultado se lo puede considerar aceptable tomando en cuenta el tamaño de la empresa ya que tiene 8 años de creación que es poco tiempo para la consolidación de una empresa de servicios y alquiler de maquinaria como esta.

El área IV Mantenimiento rutinario obtiene una calificación del 64% que está por arriba del promedio global, en la evaluación de esta área se encuentra que el principio básico No. 1, acerca de planificación sus deméritos no tienen ninguna penalidad, esto debido a que es el propio fabricante de las máquinas el que recomienda los trabajos a realizarse diariamente por parte del operador a través del manual de operación y mantenimiento. El principio básico control y evaluación es el peor calificado de esta área al no contar con el debido control de los trabajos que se realizan en las máquinas y no se evalúa el mismo.

Otros puntos donde falla sobre todo en aspectos como: no existen sistema de mantenimiento rutinario, no existe seguimiento a las labores.

El área V Mantenimiento programado obtiene una calificación de 51,85% un poco por debajo del promedio global (54,7%), falla en la planificación al no poseer estudios previos de cargas de trabajo, no poseen estudios sobre las necesidades de mantenimiento programado, en programación falla al no poseer un sistema de para este mantenimiento, no existe holgura en la programación y no se controla la ejecución de los trabajos.

El área VII Mantenimiento correctivo obtiene una calificación de 76 %, que es la más alta de entre todas las áreas evaluadas, esta área falla solamente en aspectos como: no se clasifican las fallas para decidir cuales se van a atender por mantenimiento correctivo, no se sigue un criterio de prioridad de trabajos, y la recopilación de información sobre las necesidades de trabajos de mantenimiento correctivo es la correspondiente a la realidad

El área VIII Mantenimiento preventivo obtiene una calificación del 50%, esto es 4 puntos porcentuales menos que el promedio global, esta área falla en aspectos como: no cuenta con estudios estadísticos para determinar la confiabilidad y mantenibilidad de los equipos, no se tiene apoyo de producción para determinar parámetros, no se tiene una clara delimitación de los trabajos preventivos de aquellos en los que se sustituyen piezas o partes, no existe claridad en la programación de estos trabajos.

El área IX Mantenimiento por avería obtiene una calificación del 30%, la más baja de entre todas las áreas evaluadas, son 24 puntos porcentuales menos que el promedio global, esta área es deficitaria en aspectos como: no se ataca de inmediato las fallas provocando daños a otros sistemas interconectados, la emisión de órdenes de trabajo no se hace de manera inmediata, no existen procedimientos de ejecución, los tiempos administrativos por espera de materiales y suministros son muy altos, no se tienen establecido un orden de prioridades para atender las fallas, no existe un seguimiento de las trabajos por avería, el retardo de la atención de las fallas provoca pérdidas en el proceso productivo.

El área XII Recursos obtiene una calificación del 73,3%, está por encima del promedio global de ML Servicios, esta área falla solamente en aspectos como: la empresa no tiene acceso a alternativas económicas de otros proveedores, no tiene acceso a catálogos, revistas de otros proveedores.

2.- Análisis del resultado de la disponibilidad de la maquinaria pesada de ML Servicios.

La disponibilidad de la maquinaria pesada de ML Servicios es del 94,07 que es una disponibilidad muy buena tomando en cuenta el área en que se desarrolla la empresa que es la de movimiento de suelos contaminados.

En áreas críticas de la industria, como generación de energía por ejemplo, se suelen encontrar disponibilidades del 97% .

Al ser la disponibilidad una relación directa entre el tiempo total disponible para producir y el tiempo total de mantenimiento, a continuación se procede a analizar los tiempos de los diferentes tipos de mantenimiento evaluados que sumados dan como resultado el tiempo total de mantenimiento (TMPR).

Análisis de la relación de los tiempos de mantenimiento en la disponibilidad

El tiempo de mantenimiento rutinario es de 864,5 horas lo que representa el 33,07% del TMPR, este tiempo es fijo debido a que es recomendado por el fabricante en su manual de operación y mantenimiento, todos los días se toman 15 minutos en la mañana para realizar las labores previamente establecidas por el departamento de mantenimiento.

El tiempo de mantenimiento programado es de 941,64 horas lo que representa el 36,02% del TMPR, este es el tiempo mas grande de todos los tipos de mantenimiento. Este mantenimiento es indispensable para alargar la vida útil de la máquina. A veces se lo suele

llamar mantenimiento de motor cuando es de 250 horas y cuando es de 1000 horas o 2000 horas se le suele llamar mantenimiento completo de la máquina.

El tiempo de mantenimiento preventivo es de 228 horas, lo que representa el 8,72% del TMPR, este tiempo pudiera ser susceptible a ser mejorado ya que depende de la interpretación de los técnicos de mantenimiento y la habilidad de los operadores, por ejemplo el templado de la oruga de la excavadora depende mucho de la experiencia del operador ya que un buen operador frena suavemente la máquina cuando esté desplazándose y esto hace que el templado de la oruga dure por lo menos tres semanas, ó, también el lavado de los radiadores depende mucho del ambiente donde se trabaje ya que en un ambiente seco no es necesario limpiar el radiador cada semana. En ML Servicios todavía no se ha intentado disminuir este tiempo.

El tiempo de mantenimiento por avería es de 372 horas, lo que representa el 14,23% del TMPR, este tiempo si puede ser mejorado ya que mayor parte de este tiempo se debe a las mangueras rotas que suele suceder con frecuencia en este tipo de maquinaria. Este tipo de trabajos de mantenimiento por avería impide que la máquina siga funcionando ya que al explotar una manguera el controlador de la excavadora detecta la pérdida de presión en el sistema hidráulico y pone al motor en ralentí unos pocos segundos y luego lo apaga.

El tiempo de mantenimiento correctivo es de 208 horas, lo que representa el 7,95% del TMPR, tiene la menor incidencia en el TMPR. Estos trabajos de mantenimiento correctivo permiten a la máquina seguir funcionando, debido a ello se suele aprovechar la realización del mantenimiento programado para luego realizar los mantenimientos correctivos.

Análisis de la disponibilidad por marca de maquinaria

Las excavadoras Komatsu por sí solas alcanzan una disponibilidad del 94,37%, que es la más alta de entre todas las marcas de maquinaria de ML Servicios, esta marca tiene una reputación muy bien ganada en el mundo de la maquinaria pesada, es de origen japonés y es la que menos problemas presenta en ML Servicios.

Las excavadoras CASE tienen una disponibilidad de 93,56%, es la disponibilidad más baja de todas las marcas de máquinas, esto se debe a que si bien su origen es norteamericano algunas partes son de origen chino que tienen menos calidad que repuestos de otra procedencia.

Las gallinetas Caterpillar tienen una disponibilidad de 94,25%, estas máquinas no suelen fallar mucho y su disponibilidad se debe a los tiempos de mantenimientos fijos como el programado, el rutinario y el preventivo.

Los tractores Caterpillar tienen una disponibilidad de 93,69%, son de origen norteamericano y su disponibilidad se debe a algunas mangueras rotas que no se han atendido a tiempo.

3.- Análisis del resultado de la disponibilidad con el nuevo TMR

Al aplicar las acciones de mejora recomendadas por el investigador la disponibilidad de la maquinaria mejoró del 94,07% al 94,34% que es la máxima disponibilidad que se podría conseguir en ML servicios puesto que los tiempos de los mantenimientos: preventivo, programado, correctivo y rutinario no se pueden modificar.

El beneficio económico que lograría la empresa al aplicar las acciones de mejora recomendadas sería de 10 880 USD en el periodo de estudio de enero a junio de 2016.

La marca de maquinaria pesada que más mejoró su disponibilidad luego de aplicadas las acciones de mejora es el tractor CAT que mejoró un 57/100 de punto desde un 93,69% hasta un 94,26%, seguido de la gallineta también de marca CAT que mejoró 49/100 desde un 94,25% hasta un 94,74.

Estas máquinas CAT son de origen americano pero han tenido varios problemas de rotura de manguera y al aplicar las acciones de mejora recomendadas su disponibilidad mejora significativamente.

Contraste con otras investigaciones

En el primer capítulo de este estudio técnico se tomó en cuenta algunos trabajos similares al presente como referencia. Es necesario contrastar los resultados obtenidos en este trabajo con esas investigaciones.

En el trabajo de Cuenca Floresmilo. “Estudio del proceso de mantenimiento y su incidencia en la disponibilidad del equipo caminero y vehicular del GAD municipal del cantón Pasaje”, (Floresmilo, 2014). La disponibilidad obtenida fue del 73,85 % del total del equipo caminero y flota vehicular, lo cual dista bastante del 94,07 % del presente estudio técnico.

Hay que destacar que el trabajo de Cuenca Floresmilo fue realizado en el GAD cantonal del cantón Pasaje, provincia de El Oro que es una institución pública lo cual demora los procesos de compra y contratación de repuestos y servicios muy diferente a ML Servicios que es una empresa privada donde los tiempos son más cortos.

En el trabajo de Maldonado y Sigüenza denominado “Propuesta de un plan de mantenimiento para Maquinaria Pesada de la empresa minera Dynasty Mining del cantón Portovelo”; (Maldonado & Sigüenza, 2012) los autores concluyen que es muy importante para este tipo de investigaciones tener un inventario de maquinaria pesada bastante completo que contenga características de las máquinas para de esa forma elaborar un plan de mantenimiento preventivo como recomienda el fabricante; lo cual fue comprobado completamente en este trabajo, ya que muchas veces la falta de documentación hace imposible realizar un trabajo de este tipo.

En el trabajo de Macas Nelson denominado “Estudio de la Gestión del mantenimiento preventivo y la disponibilidad de las unidades de bombeo de crudo de la estación El Salado de la empresa EP Petroecuador”; (Macas, 2016). El autor encuentra que la disponibilidad en su trabajo es del 89,27 lo cual es bajo para equipos críticos como unidades de bombeo de crudo comparada con el 94,07% de este trabajo, la calificación obtenida mediante la

aplicación de la norma COVENIN 2500:93 fue del 88% lo cual es mucha mayor al 54,07% que se obtuvo en el presente trabajo.

En el trabajo de Nelson Macas se evalúa solamente dos áreas de la norma COVENIN 2500:93 (mantenimiento preventivo y recursos), a diferencia de este trabajo que se evaluaron seis áreas, lo cual en cierta manera influye en la calificación final obtenida, además la estación “El Salado “ que es donde se realiza el trabajo de Nelson Macas el área de mantenimiento está mucho más consolidado con varios años funcionando como departamento y maneja un presupuesto mucho más grande.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La empresa obtuvo el 54,7 % como resultado de la evaluación de las seis áreas, lo cual es aceptable si se toma en cuenta que la empresa es relativamente joven (8 años), la norma COVENIN 2500:93 es muy exigente.
- Desde enero a junio de 2016 la empresa tuvo una disponibilidad de la maquinaria pesada del 94,07% lo cual es muy buena, considerando que una disponibilidad de esa magnitud está muy cerca de las disponibilidades que se manejan en empresas de servicios críticos como generación eléctrica, bombeo de crudo, etc.
- Al aplicar las acciones de mejora recomendadas por el investigador la disponibilidad mejoraría a un 94,34 % y además, se obtendría un beneficio económico de 10 880 USD solo en los seis meses de análisis del presente estudio técnico.

Recomendaciones

- Analizar los resultados obtenidos en la evaluación al área de mantenimiento mediante la norma COVENIN 2500:93 y dedicarle más atención al mantenimiento por avería que es bastante deficiente en su calificación
- Mejorar en temas como programas y sistemas de mantenimiento que es un punto débil de la empresa. También se recomienda mejorar los cálculos y comparaciones de tiempos entre los diferentes tipos de mantenimiento.
- En lo posible tratar de acoger las acciones de mejora recomendadas ya que el mejoramiento de la disponibilidad es evidente logrando así un mayor ingreso económico para la empresa
- Adquirir en lo posible maquinaria marca Komatsu ya que esta marca es la que menos problemas presenta relacionados con mantenimiento y tiene la mejor disponibilidad de entre todas las marcas

BIBLIOGRAFÍA

- NORMA COVENIN 2500:93.** (Diciembre de 2012). NORMA COVENIN 2500:93. Retrieved Octubre 2016, from <https://es.slideshare.net/pauljinde/norma-covenin-2500-93-mantenimeinto>
- Floresmilo, C. (2014).** Estudio del proceso de mantenimiento y su incidencia en la disponibilidad del equipo caminero y vehicular del GAD. Retrieved enero 2017
- Macas, N. (2016).** Estudio de la Gestión del mantenimiento preventivo y la disponibilidad de las unidades de bombeo de crudo de la estación El Salado de la empresa EP Petroecuador. Amabto.
- Maldonado, H., & Sigüenza, L. (2012).** Propuesta de un plan de mantenimiento para maquinaria pesada de la empresa minera Dynasty Mining del cantón Portovelo.
- Mantenimiento, club. d. (2013, Febrero 01).** Gestión de mantenimiento (indicadores de mantenimiento). Retrieved enero 2017, from <http://www.clubdemantenimiento.com/indicadores-de-mantenimiento-1a-parte/>
- Mesa, D., & Ortiz, Y. (2006, MAYO).** LA CONFIABILIDAD, LA DISPONIBILIDAD Y LA MANTENIBILIDAD, DISCIPLINAS MODERNAS APLICADAS AL MANTENIMIENTO. Retrieved DICIEMBRE 2016, from <http://www.redalyc.org/html/849/84920491036/>
- Rodriguez, G., & Gil, J. (1996).** METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA. Granada.
- Salas, R. (2012).** Implementación de un proceso de mantenimiento sistematizado para la maquinaria liviana y pesada del cantón Pujilí provincia de Cotopaxi. Retrieved enero2017 <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2407#sthash.XS7y235x.dpuf>
- Hernandez, R., Fernandez, C. (2006).** Metodología de la investigación . *Metodología de la investigación*, file:///C:/Users/USER/Downloads/1033525612-mtis_sampieri_unidad_1-1.pdf.

ANEXOS

ANEXO 1.- Entrevista a Gerente de ML Servicios

ENTREVISTA

Entrevistado: Ing. Ramiro Mendía Luzuriaga, Gerente de ML Servicios

Entrevistador: Edwing Ordoñez

FECHA: enero de 2016

1.-¿ Qué tiempo de funcionamiento tiene ML Servicios?

Empezamos en enero de 2009 junto con mi esposa

2.- ¿ Cuánto ha crecido la empresa desde entonces?

Hemos crecido bastante, primero iniciamos con la venta y alquiler de maquinaria pesada luego nos expandimos y empezamos a dar servicio con nuestros propios operadores.

3.- ¿Eso les obligó a reestructurar la empresa?

Petroamazonas es muy exigente en sus pliegos, pero gracias a Dios hemos logrado ir cumpliendo cada uno de los requerimientos que se nos ha pedido, a medida de nuestras posibilidades.

4.- ¿Cómo qué cambios tuvieron que realizar?

Primero nos tocó organizar nuestro departamento de mantenimiento, tuvimos que buscar gente con experiencia en maquinaria pesada y también alquilamos un campamento en el cantón Joya de los Sachas.

5.- ¿El departamento de mantenimiento ha logrado satisfacer las necesidades?

Hasta el momento sí, la verdad nos ha faltado un poco de presupuesto pero han hecho un gran trabajo con lo que tenemos.

6.- ¿Para el trabajo que realizan en remediación ambiental es suficiente como esta el departamento de mantenimiento?

Así es, las labores de remediación ambiental no son muy exigentes como lo son la minería o la construcción de carreteras. Para remediación ambiental estamos bien organizados como estamos.

7.- ¿Qué tipos de mantenimiento realizan a las máquinas?

Nosotros realizamos el mantenimiento preventivo, correctivo, rutinario, por avería y programado, existen otros tipos de mantenimiento que no realizamos porque la situación no lo amerita en unos casos y en otros casos no contamos con los recursos, pero le repito con estos mantenimientos hemos logrado salir adelante estos años.

8.- Piensan expandirse en su organización para competir con empresas más grandes?

Por supuesto, esa es nuestra meta, para competir con las grandes empresas tenemos que haber consolidado nuestra estructura ojalá y logremos certificarnos con alguna norma internacional.

ANEXO 2.- Entrevista a supervisor de mantenimiento

ENTREVISTA

Entrevistado: Tlgo. Rodrigo Díaz, Supervisor de Mantenimiento de ML Servicios

Entrevistador: Edwing Ordoñez

FECHA: enero de 2016

1.- ¿Cuántas máquinas posee ML Servicios para las labores de remediación ambiental?

Poseemos 19 máquinas; 10 excavadoras marca Komatsu de 20 toneladas, 5 excavadoras marca CASE de 16 toneladas, 2 gallinetas marca Caterpillar y 2 tractores Caterpillar de 25 toneladas.

2.- ¿De qué forma llevan los registros de mantenimiento?

Tenemos un registro de mantenimiento tanto preventivo como correctivo en forma física y otro en digital de todas las máquinas.

3.- ¿Qué información tienen esos registros?

Los registros guardan información tal como la fecha que se realizó el mantenimiento, la descripción del trabajo que se realizó, la fecha del trabajo, el tiempo que tomó realizar ese trabajo, la persona que realizó el mantenimiento y los repuestos e insumos utilizados. Cada registro físico lleva la firma de los involucrados.

4.- ¿Ustedes tabulan la información de los registros?

Sí. Esa información es tabulada para conocer aspectos como los tiempos de mantenimiento, los repuestos de mayor circulación, tiempos de parada de los equipos, etc.

5.- ¿Se tiene un cronograma de las labores de mantenimiento?.

Si las labores de mantenimiento están planificadas por semana, lógicamente hay eventos que se presentan de imprevisto y ese momento nos toca actuar de inmediato.

6.- ¿ El personal es capacitado?

Si, al personal se le dicta cursos con los especialistas de las marcas de maquinaria y son evaluados al finalizar el curso.

7.- ¿Poseen algún tipo de software de mantenimiento?

No.

8.- ¿Tienen la literatura necesaria para realizar sus labores?

Si, tenemos todos los manuales de operación y mantenimiento de las máquinas y también tenemos información en forma digital que nos fue entregado por las empresas cuando se compró las máquinas.

9.- ¿Posee las herramientas adecuadas para realizar su labor?

En el tema de herramientas estamos permanentemente actualizándonos ya que cada vez aparecen nuevas herramientas que nos permiten ahorrar tiempo, también los técnicos en este aspecto nos dan sus requerimientos en cuanto a herramientas para hacer más cómodo su trabajo y ahorrar tiempo.

ÁREA	1.- PRINCIPIO BÁSICO (PLANIFICACIÓN) 100 PUNTOS
VII MANTENIMIENTO CORRECTIVO	La organización cuenta con una infraestructura y procedimiento para que las acciones de mantenimiento correctivo se lleven en una forma planificada. El registro de información de fallas permite una clasificación y estudio que facilite su corrección

B	C	D										E	F	G %										CRITERIO		
PRINCIPIO BÁSICO	PTOS.	DEMÉRITOS										TOTAL DEME RITOS	PTOS.	%	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
		D (D1 + D2 + D3 + Dn)																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10															
1.- PLANIFICACIÓN (100)	100																									
No se llevan registros por escrito de la aparición de fallas para actualizarlas y evitar su futura presencia	30	0										0													Si se lleva ese registro	
No se clasifican las fallas para determinar cuales se van a atender o eliminar por medio de la corrección	30		20									+													Solo los mtos. Por avería se clasifican	
No se tiene establecido un orden de prioridades, con la participación de la unidad de producción para ejecutar las labores de mantenimiento correctivo	20			0								+													El personal de PAM interviene en las prioridades	
La distribución de labores de mantenimiento correctivo no son analizadas por el nivel superior, a fin de qué según la complejidad y dimensiones de las actividades a ejecutar se tome la decisión de detener una actividad y emprender otra que tenga mas importancia	20				0							+													El supervisor de la empresa conjuntamente con los de PAM analizan la situación	
												=														
												20		20/100	20											

Elaborado por: Edwing Ordoñez

ÁREA	2.- PRINCIPIO BÁSICO (PLANIFICACIÓN) 40 PUNTOS
VIII MANTENIMIENTO PREVENTIVO	La organización dispone de un estudio previo que le permita conocer los objetos que requieren mantenimiento preventivo. Se cuenta con una infraestructura de apoyo para realizar mantenimiento preventivo.

B	C	D										E	F	G %										CRITERIO	
PRINCIPIO BÁSICO	PTOS.	DEMÉRITOS										TOTAL DEME RITOS	PTOS.	%	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
		D (D1 + D2 + D3 + Dn)																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10														
2.- PLANIFICACIÓN (40)	40																								
No existe una clara delimitación entre los sistemas que forman parte de los programas de mantenimiento preventivo de aquellos que permanecerán en régimen inmodificable hasta su desincorporación, sustitución o reparación correctiva.	20	20										20	20/40	50%											No existe esa delimitación
La organización no cuenta con fichas o tarjetas normalizadas donde se recoja la información técnica básica de cada objeto de mantenimiento inventariado.	20	0										= 20													

Elaborado por: Edwing Ordoñez

ÁREA	4.- PRINCIPIO BÁSICO (CONTROL Y EVALUACIÓN) 60 PUNTOS
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	En la organización existen recursos necesarios para el control de la ejecución de las acciones de mantenimiento preventivo. Se dispone de una evaluación de las condiciones reales del funcionamiento y de las necesidades de mantenimiento preventivo.

B	C	D										E	F	G %										CRITERIO		
PRINCIPIO BÁSICO	PTOS.	DEMÉRITOS										TOTAL DEMÉRITOS	PTOS.	%	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
		D (D1 + D2 + D3 + Dn)																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10															
4.- CONTROL Y EVALUACIÓN (60)	60																									
No existe un seguimiento desde la generación de las instrucciones técnicas de mantenimiento preventivo hasta su ejecución.	15	0										0	25/60	42%												Si se da seguimiento al cumplimiento
No existen los mecanismos idóneos para medir la eficiencia de los resultados a obtener en el mantenimiento preventivo.	15		15								+15															No se mide eficiencia
La organización no cuenta con fichas o tarjetas donde se recoja la información básica de cada equipo inventariado.	10			0							+0															Si existen las fichas
La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento preventivo basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.	20				10						=25															Si se evalua mas no a profundidad

Elaborado por: Edwing Ordoñez

ÁREA	3.- PRINCIPIO BÁSICO (INFORMACIÓN SOBRE LAS AVERÍAS) 70 PUNTOS
IX MANTENIMIENTO POR AVERÍA	La organización de mantenimiento cuenta con el personal adecuado para la recolección, depuración, almacenamiento, procesamiento y distribución de la información que se derive de las averías, así como, analizar las causas que las originaron con el propósito de aplicar mantenimiento preventivo a mediano plazo o eliminar la falla mediante mantenimiento correctivo

B	C	D										E	F	G %										CRITERIO	
PRINCIPIO BÁSICO	PTOS.	DEMÉRITOS										TOTAL DEMÉRITOS	PTOS.	%	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
		D (D1 + D2 + D3 + Dn)																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10														
3.- INFORMACIÓN SOBRE LAS AVERÍAS (70)	70																								
No existen procedimientos que permitan recopilar la información sobre las fallas ocurridas en los sistemas en un tiempo determinado	20	20										20	45/70	65											No existe esos procedimientos
La organización no cuenta con el personal capacitado para el análisis y procesamiento de la información sobre fallas	10		5								5	El personal si esta capacitado													
No existe un historial de fallas de cada objeto de mantenimiento, con el fin de someterlo a análisis y clasificación de las fallas; con el objeto, de aplicar mantenimiento preventivo o correctivo.	20			10							10	El historial existe pero no se analiza													
La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento por avería basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento	20				10						35	Existe información pero no se utiliza para comparación													

Elaborado por: Edwing Ordoñez

ÁREA	1.- PRINCIPIO BÁSICO (EQUIPOS) 30 PUNTOS
XII RECURSOS	La organización de mantenimiento posee los equipos adecuados para llevar a cabo todas las acciones de mantenimiento, para facilitar la operabilidad de los sistemas. Para la selección y adquisición de equipos, se tienen en cuenta las diferentes alternativas tecnológicas, para lo cual se cuenta con las suficientes casas fabricantes y proveedores. Se dispone de sitios adecuados para el almacenamiento de equipos permitiendo el control de su uso

B	C	D										E	F	G %										CRITERIO		
PRINCIPIO BÁSICO	PTOS.	DEMÉRITOS										TOTAL DEMÉRITOS	PTOS.	%	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
		D (D1 + D2 + D3 + Dn)																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10															
1.- EQUIPOS (30)	30																									
No se cuenta con los equipos necesarios para que el ente de mantenimiento opere con facilidad.	5	0										0	+												Se tiene buenos equipos	
Se tiene los equipos necesarios pero no se le da el uso adecuado	5		0									0	+												Si se da buen uso	
El ente de mantenimiento no conoce o no tiene acceso a información (catálogos, revistas u otros), sobre las diferentes alternativas económicas para la adquisición de equipos.	5			3								3	+												Se trabaja con dos proveedores	
Los parámetros de operación, mantenimiento y capacidad de los equipos no son plenamente conocidos o la información es deficiente.	5				0							0	+												El personal conoce muy bien los equipos	
No se lleva registro de entrada y salida de equipos	5					0						=													Si hay registro	
No se cuenta con controles de uso y estado de los equipos.	5						0					3													Si hay control	
														3/30	10%											

Elaborado por: Edwing Ordoñez

ÁREA	3.- PRINCIPIO BÁSICO (INSTRUMENTOS) 30 PUNTOS
XII	La organización de mantenimiento posee los instrumentos adecuados para llevar a cabo las acciones de mantenimiento. Para la selección de dichos instrumentos se toma en cuenta las diferentes casas fabricantes y proveedores. Se dispone de sitios adecuados para el almacenamiento de instrumentos permitiendo el control de su uso.

B	C	D										E	F	G %										CRITERIO							
		DEMÉRITOS												TOTAL DEME RITOS	PTOS.	%	10	20	30	40	50	60	70		80	90	100				
		D (D1 + D2 + D3 + Dn)																													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																				
3.- INSTRUMENTOS (30)		30																													
	5	0										0	6/30	20%																La empresa tiene buenos instrumentos	
	5		3									3																			Un instrumento no es muy exacto
	5			3								0																			Se trabaja solo con dos proveedores
	5				0							0																			Si se sabe manejar los instrumentos
	5					0						=																			Si hay registro
	5						0					6																			Si hay control

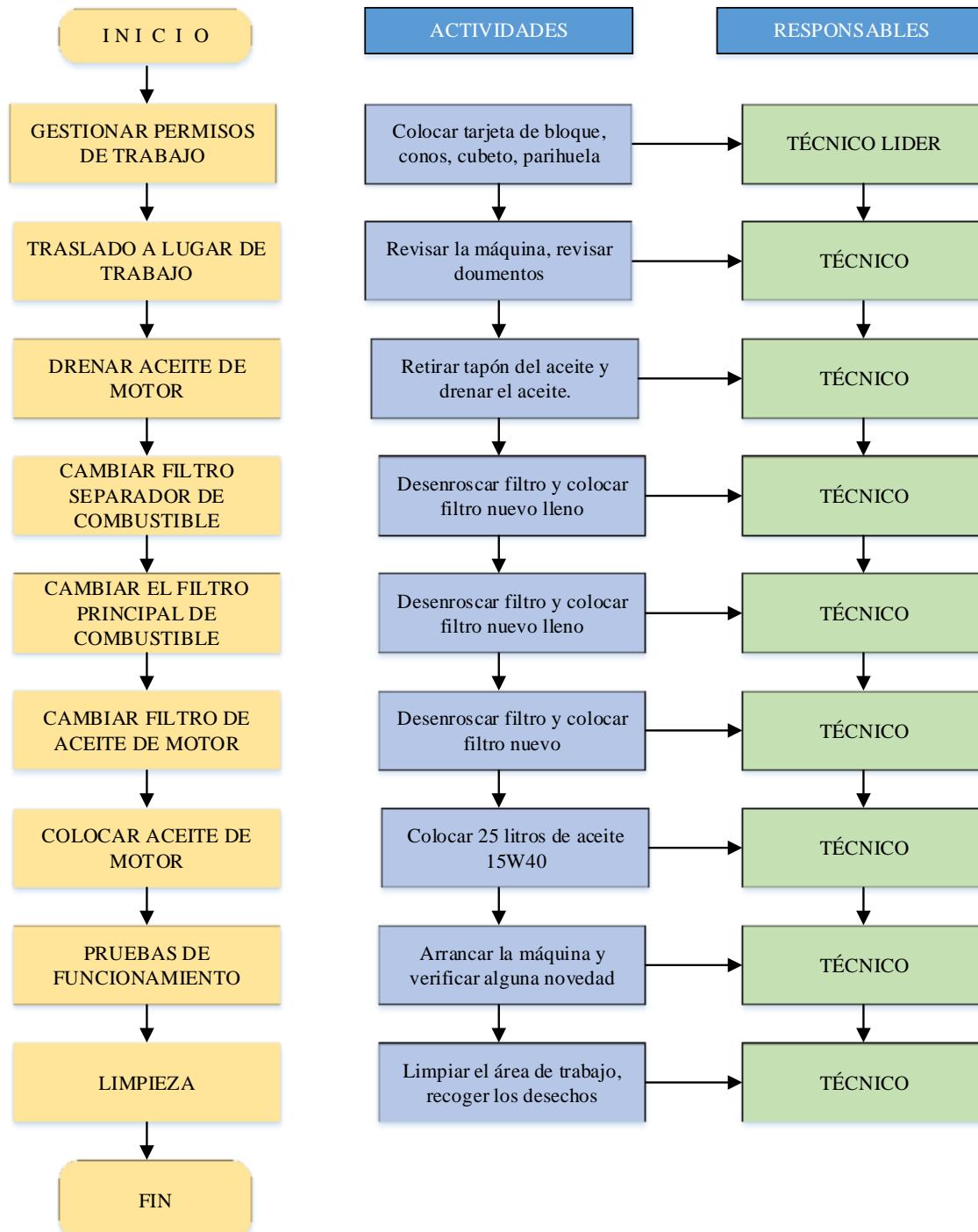
Elaborado por: Edwing Ordoñez

XII	La organización de materiales cuenta con un stock de materiales y con facilidad para su obtención y así evitar prolongar el tiempo de espera por materiales, existiendo seguridad de que el sistema opere en forma eficiente. Se posee una buena clasificación de materiales para su fácil ubicación y manejo. Se conocen los diferentes proveedores para cada material, así como también los plazos de entrega. Se cuenta con políticas de inventario para los materiales utilizados en																								
B	C	D										E	F	G %										CRITERIO	
PRINCIPIO BÁSICO	PTOS.	DEMÉRITOS										TOTAL DEMÉRITOS	PTOS.	%	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
		D (D1 + D2 + D3 + Dn)																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10														
4.- MATERIALES (30)	30																								
No se cuenta con los materiales que se requieren para ejecutar las tareas de mantenimiento.	3	0										0													Si hay los materiales
El material se daña con frecuencia por no disponer de un área adecuada para el almacenamiento.	3		0									0													Si existe un buen almacén
Los materiales no están identificados plenamente en el almacén (etiquetas, sellos, rótulos, colores u otros).	3			0								3													Si tienen etiquetas
No se ha determinado el costo por falta de material	3				3							0													No existe ese dato
No se establecido cuales materiales tener en stock y cuales comprar de acuerdo a pedidos.	3					0						0	15/30	50%											Si esta establecido
No se poseen formatos de entrada y salida de materiales de circulación permanente.	3						0					3													Si existen esos formatos
No se lleva el control de los materiales desechados por mala calidad.	3									3		3													No hay ese control
No se tiene información precisa de los diferentes proveedores de cada material.	3										3	3													No hay esa información
No se conocen los plazos de entrega de cada material por los proveedores	3											=													No se conocen esos plazos
No se conocen los mínimos y máximos para cada tipo de material	3											15													No se conoce ese dato

Elaborado por: Edwing Ordoñez

ANEXO No. 4.- DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO

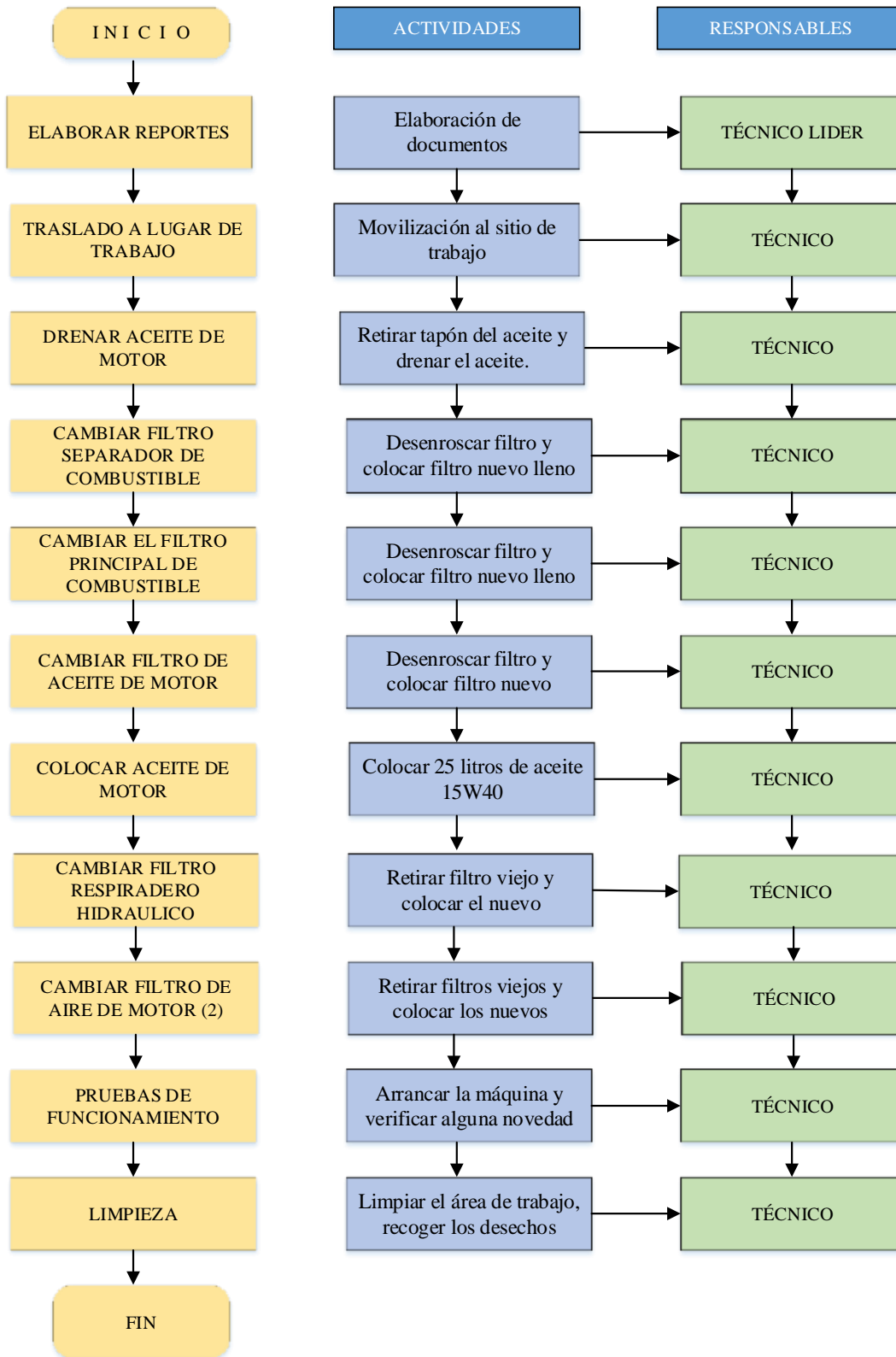
Mantenimiento de 250 horas, común para todos los tipos de máquina



Fuente: ML Servicios

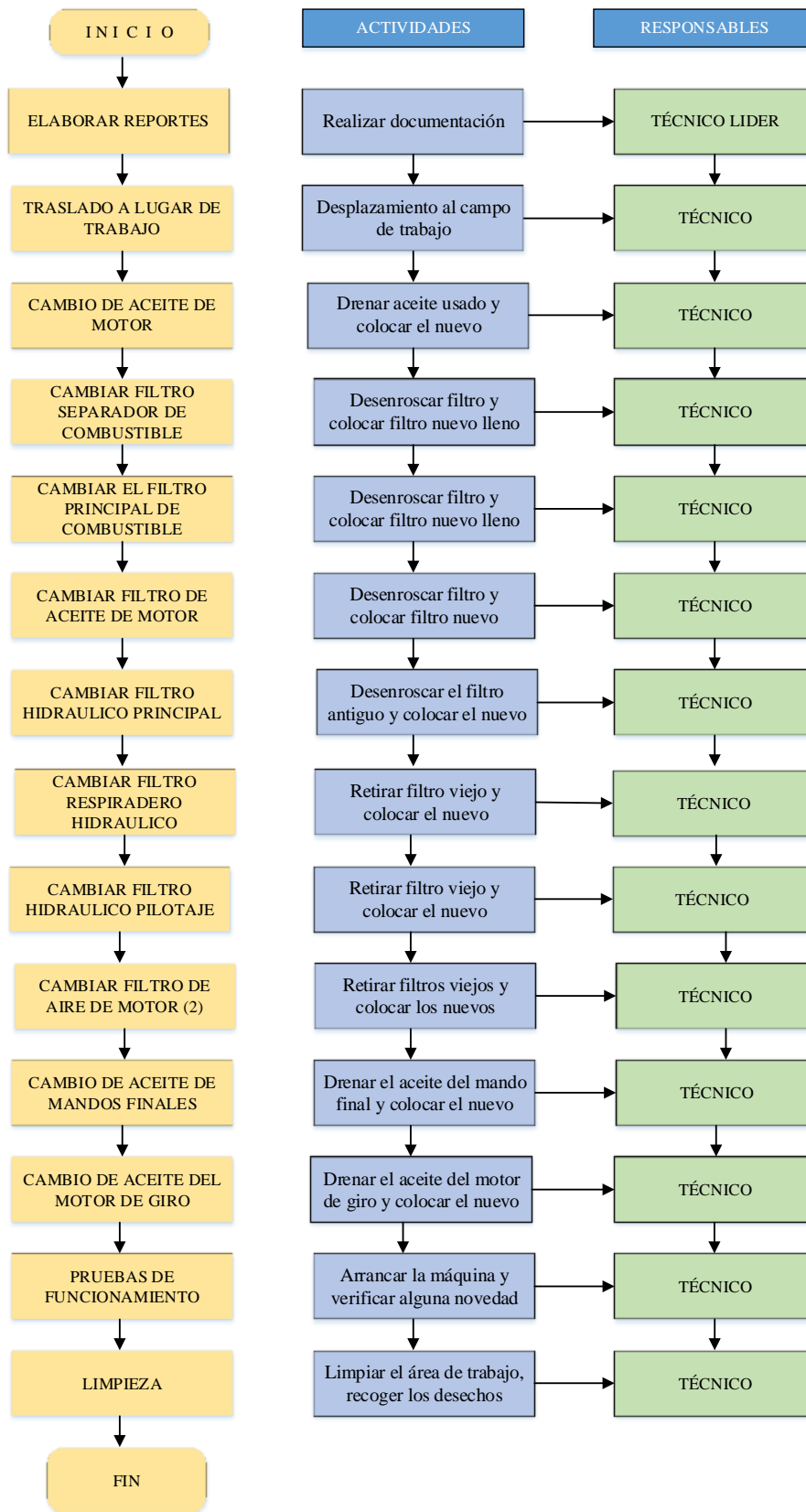
Elaborado por: Edwing Ordoñez

Mantenimiento de 500 horas excavadoras CASE y excavadoras Komatsu



Fuente: ML Servicios
 Elaborado por: Edwing Ordoñez

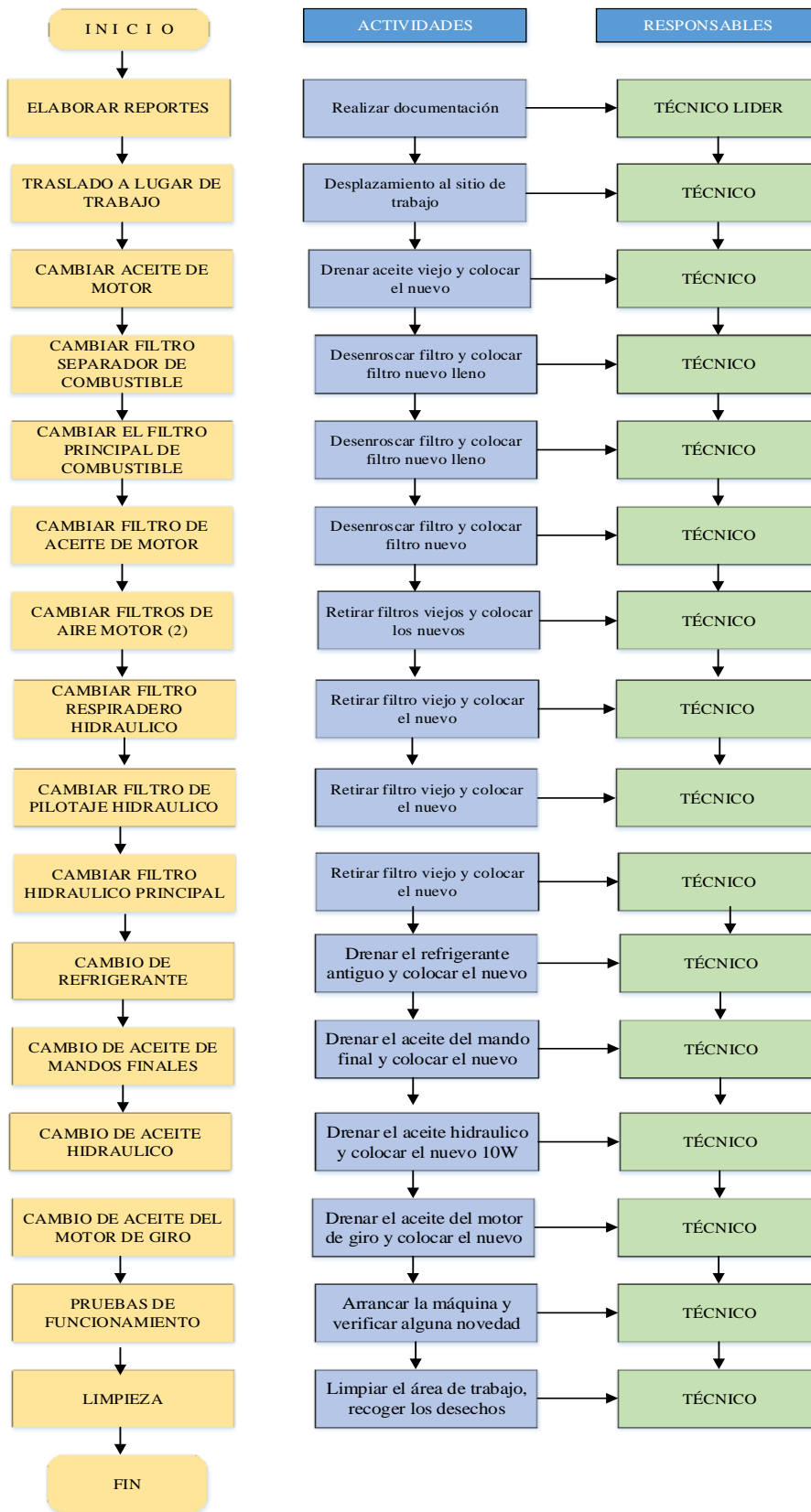
Mantenimiento de 1000 horas excavadoras CASE



Fuente: ML Servicios

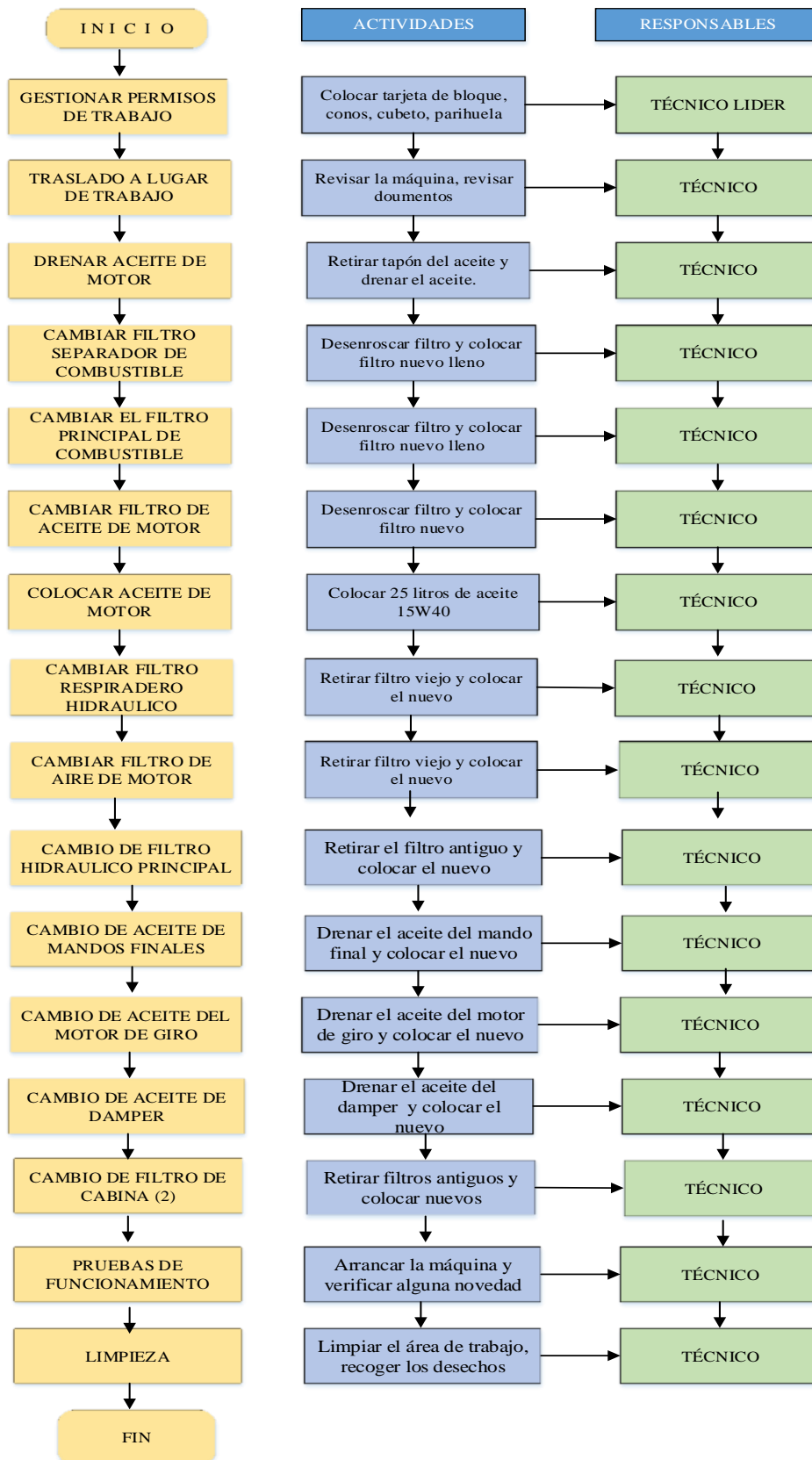
Elaborado por: Edwing Ordoñez

Mantenimiento de 2000 horas excavadoras CASE



Fuente: ML Servicios
 Elaborado por: Edwing Ordoñez

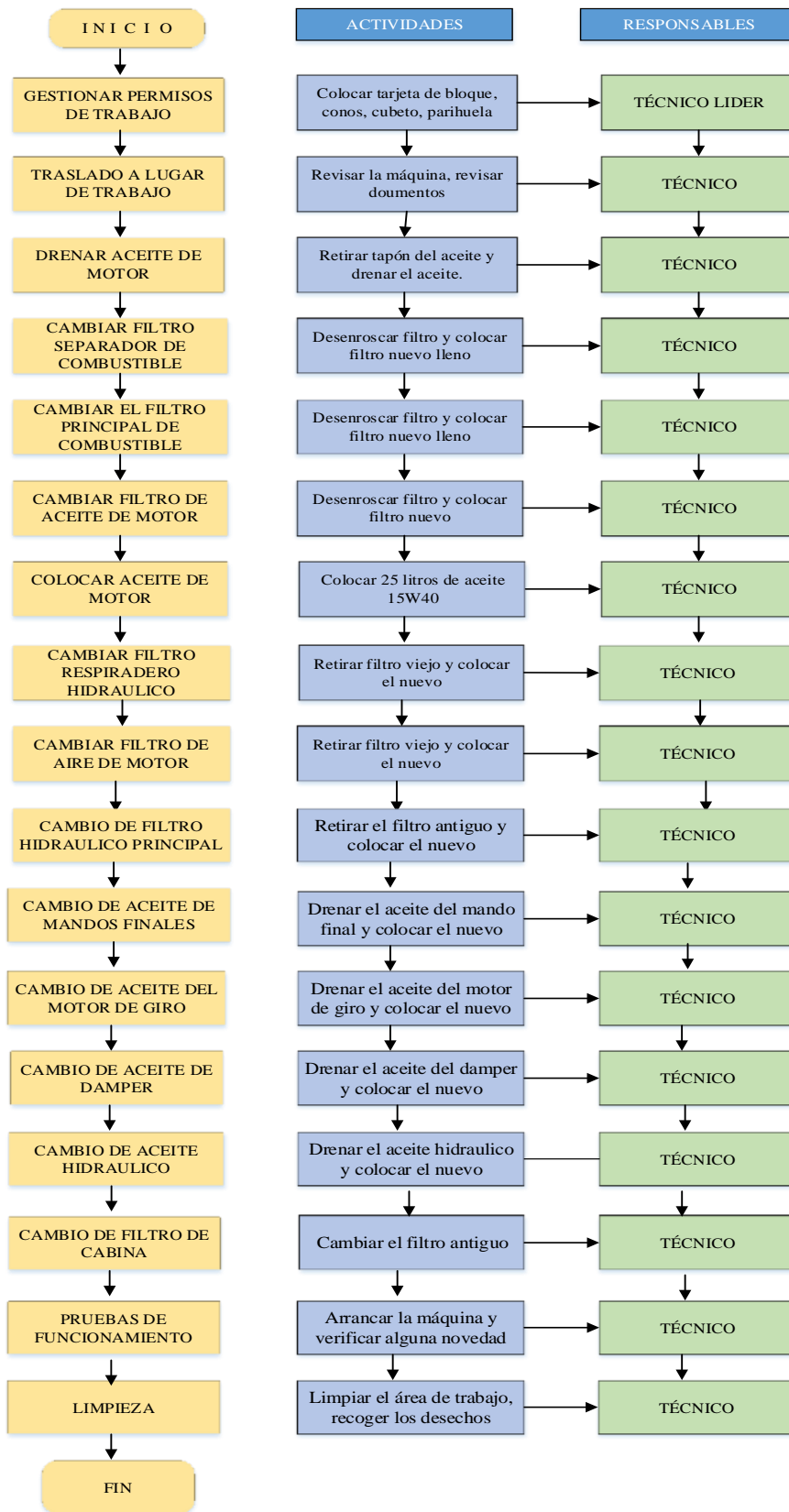
Mantenimiento de 1000 horas excavadoras Komatsu



Fuente: ML Servicios

Elaborado por: Edwing Ordoñez

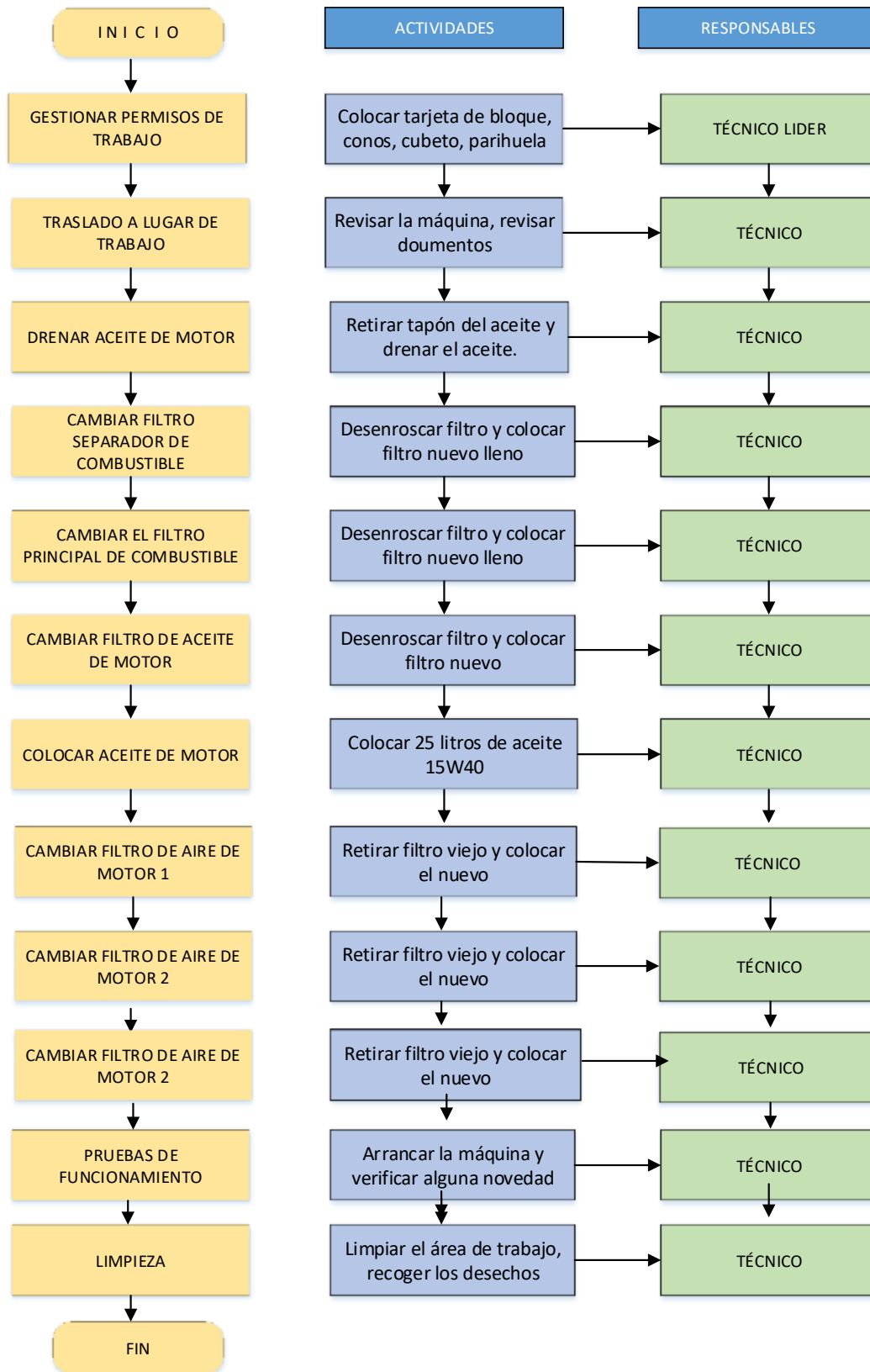
Mantenimiento de 2000 horas excavadoras Komatsu



Fuente: ML Servicios

Elaborado por: Edwing Ordoñez

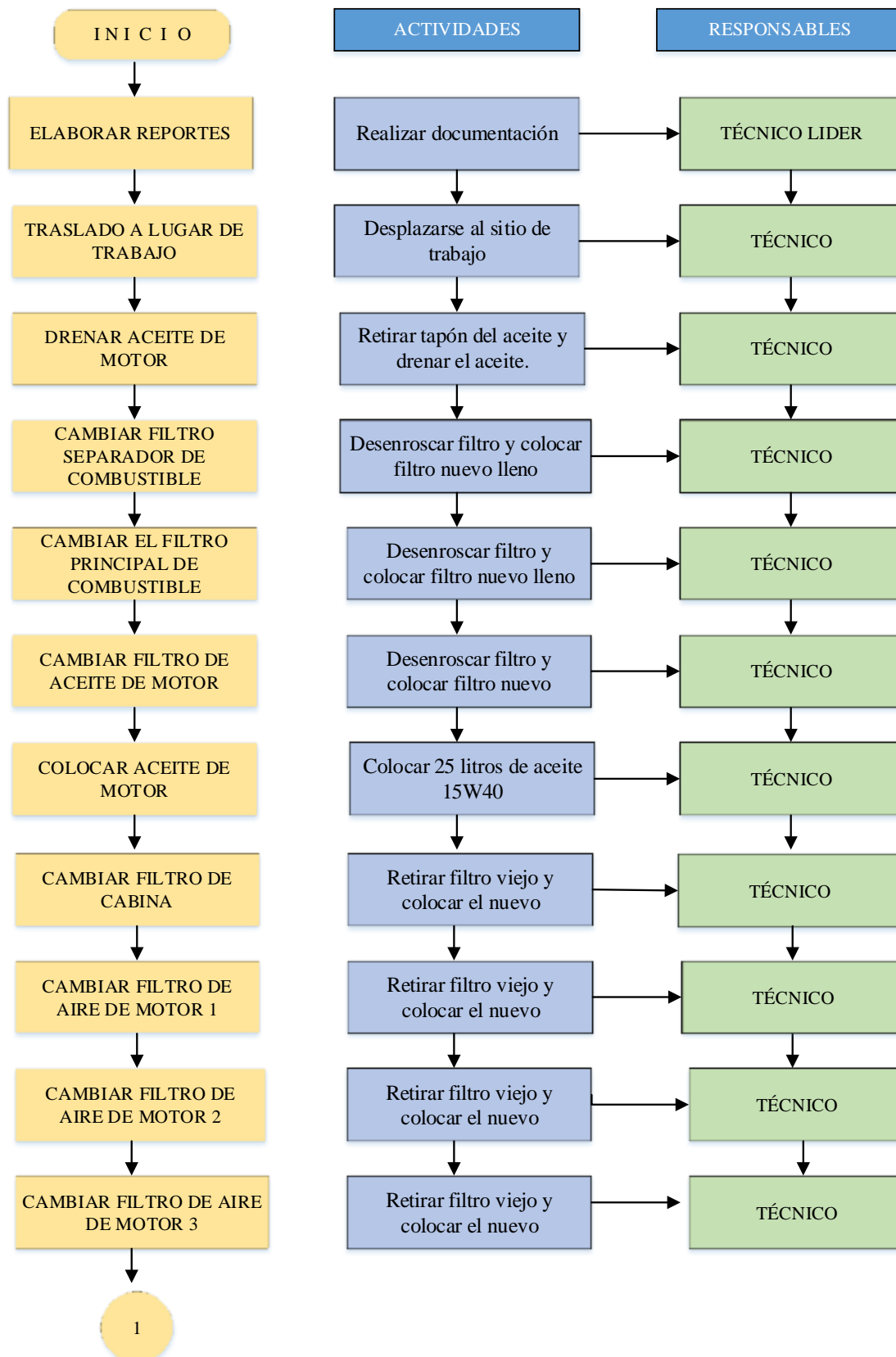
Mantenimiento de 500 horas gallineta CAT

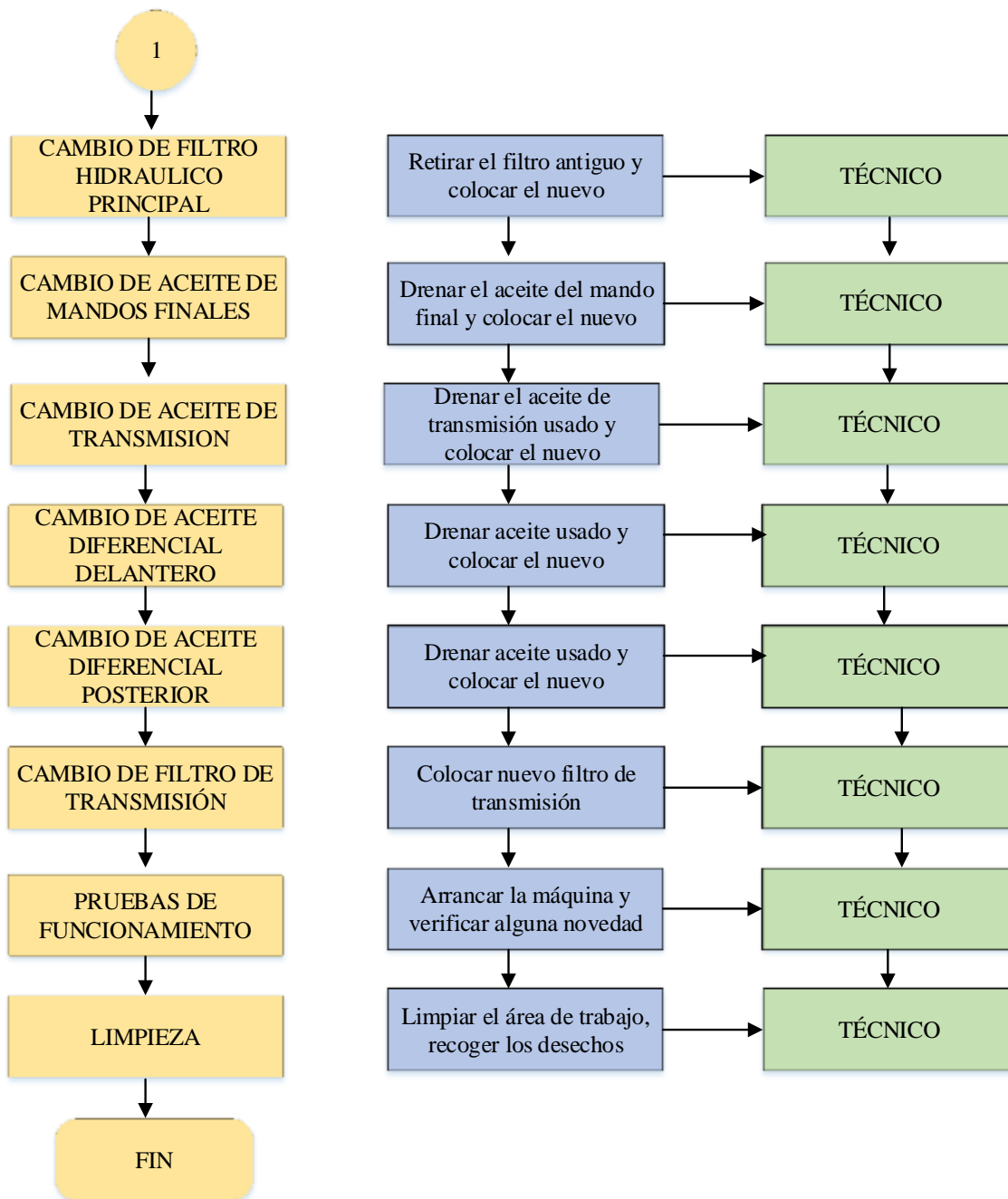


Fuente: ML Servicios

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Mantenimiento de 1000 gallineta CAT

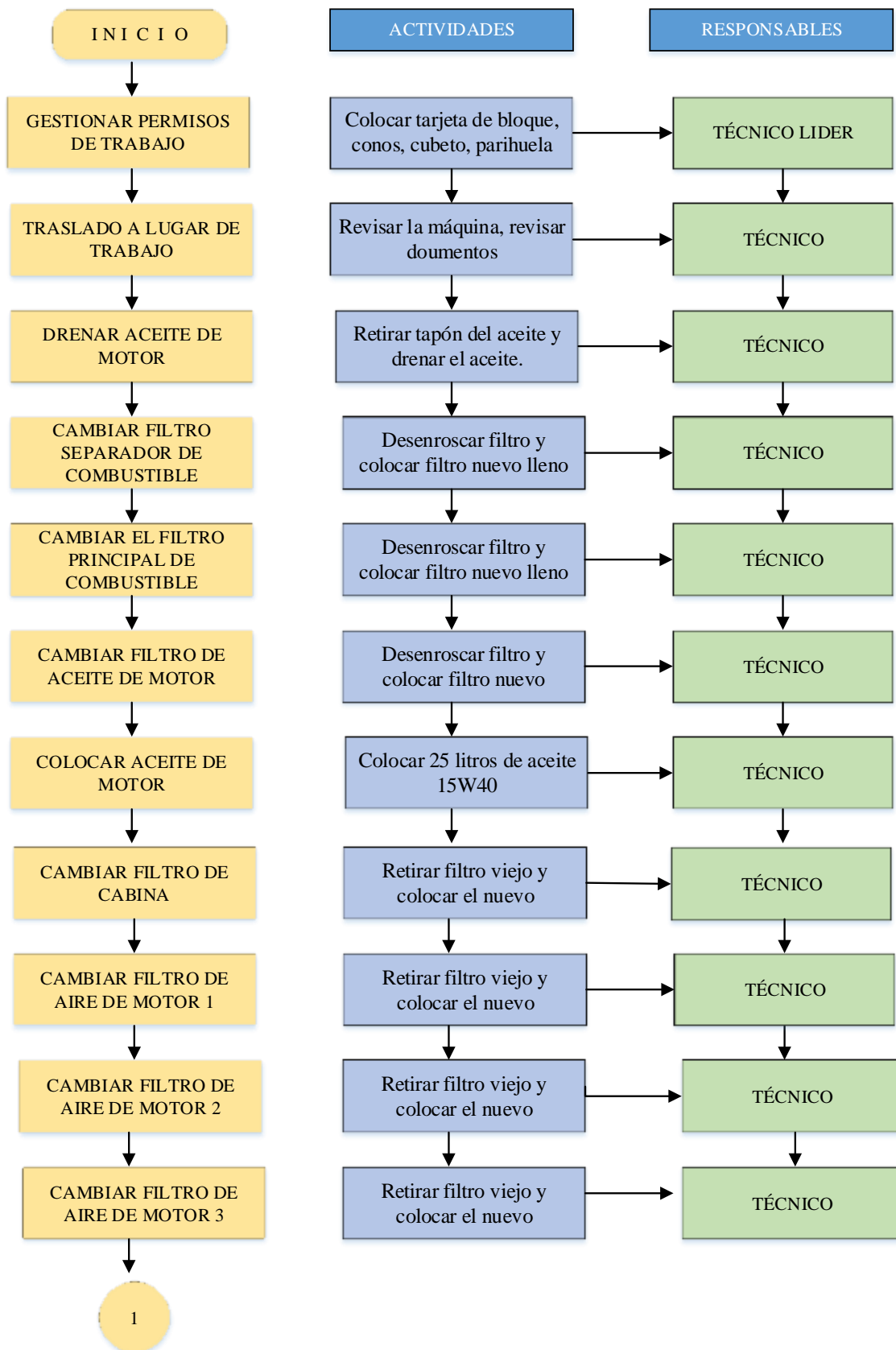


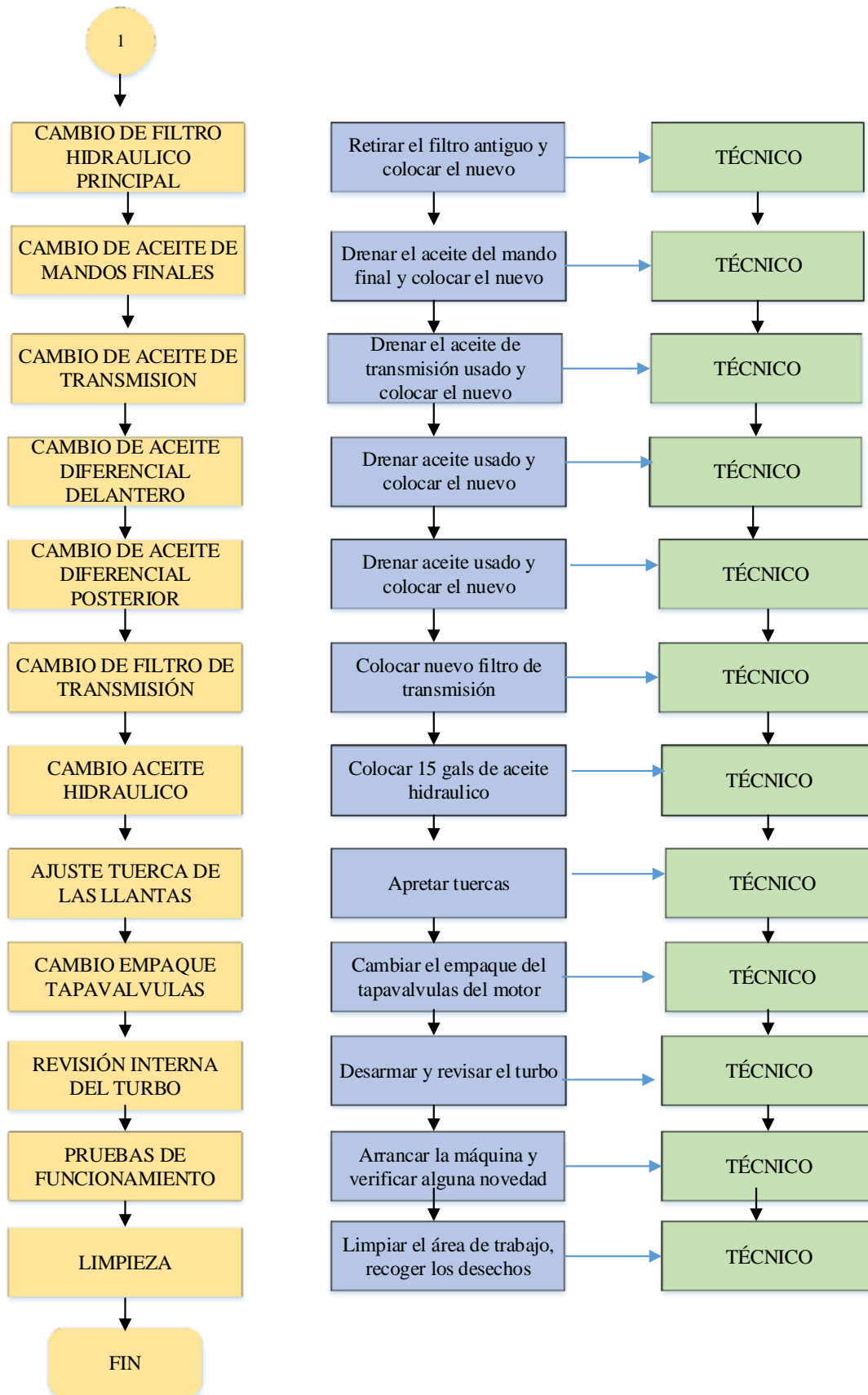


Fuente: ML Servicios

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Mantenimiento de 2000 gallineta CAT

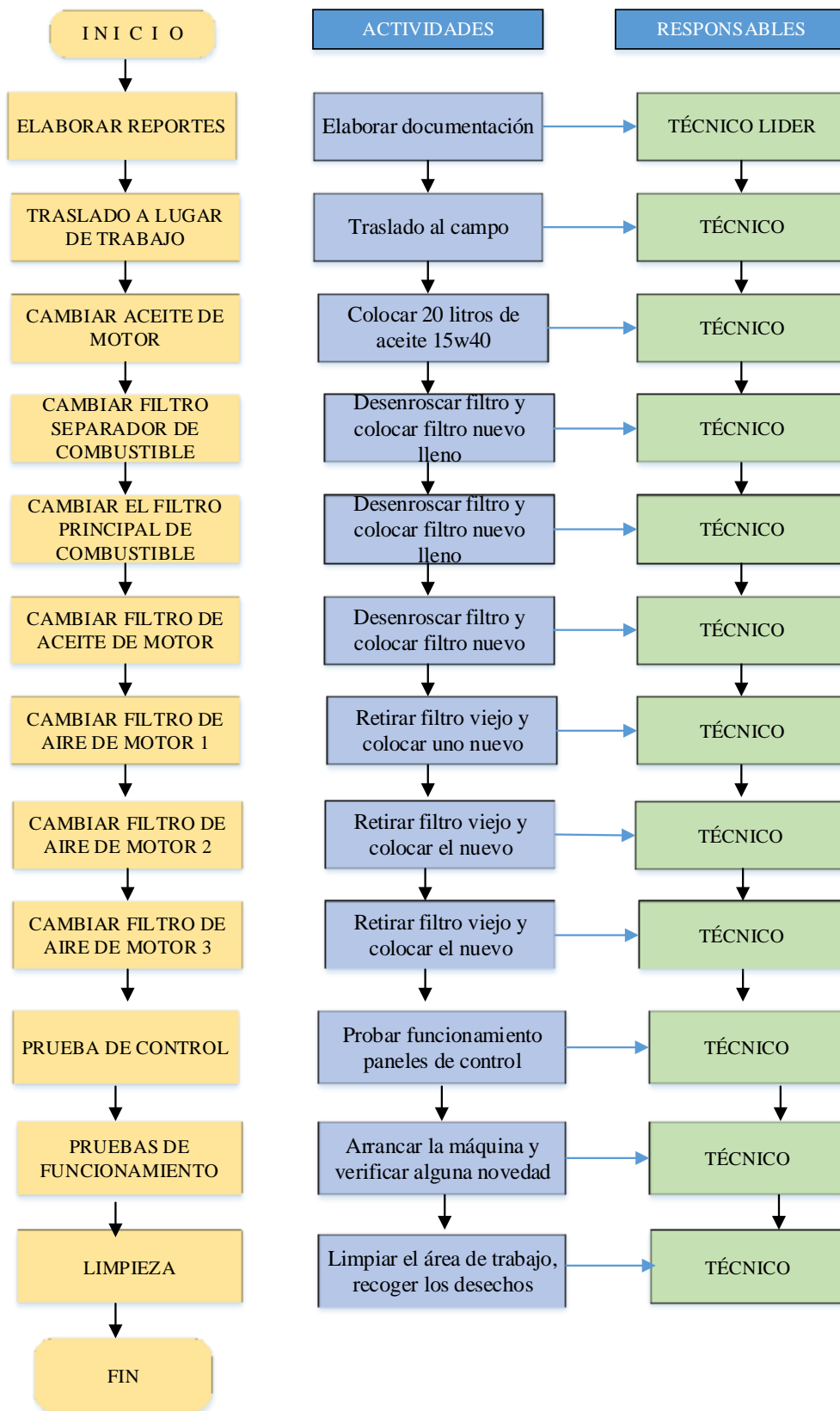




Fuente: ML Servicios

Elaborado por: Edwing Ordoñez

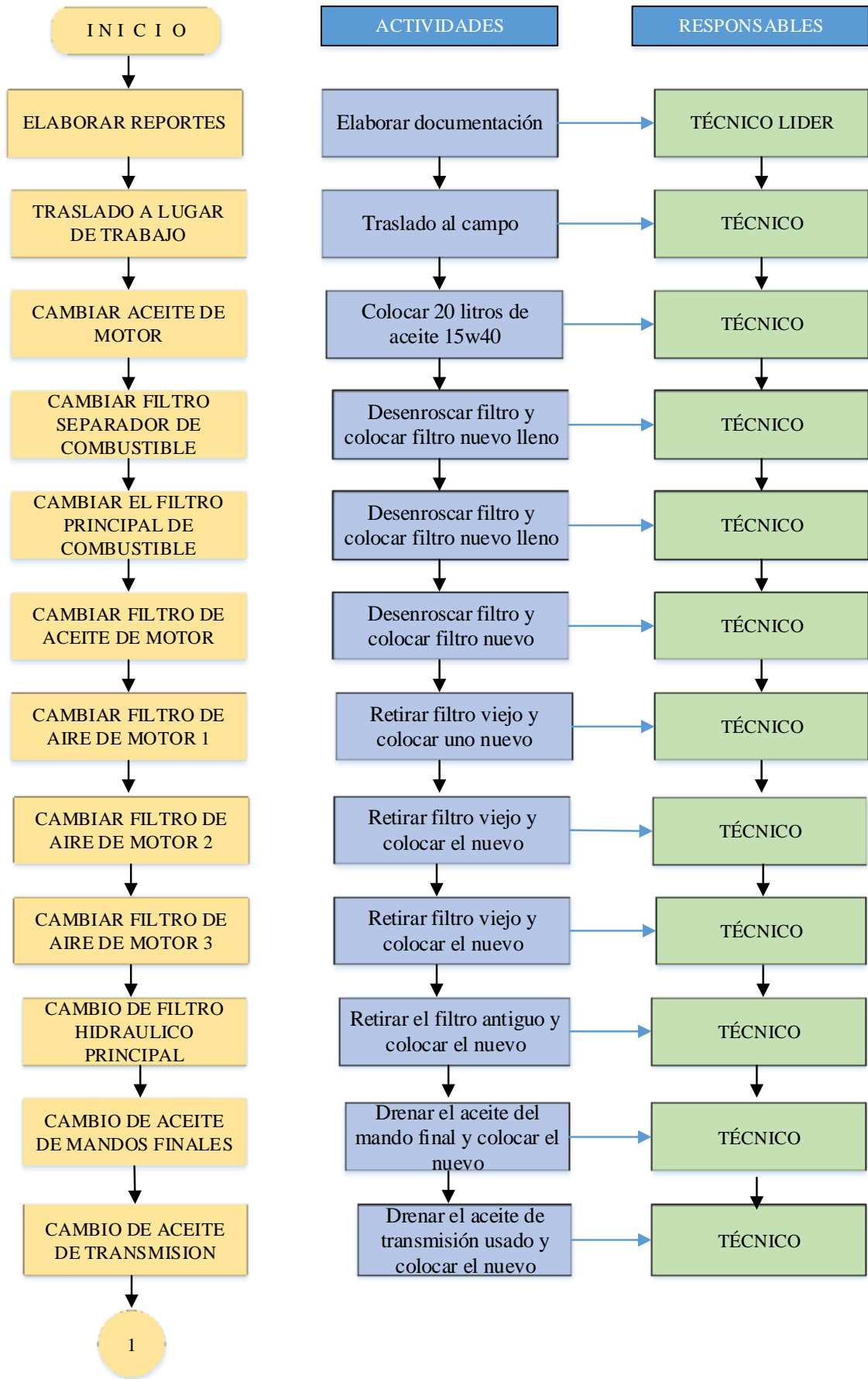
Mantenimiento de 500 horas tractor CAT

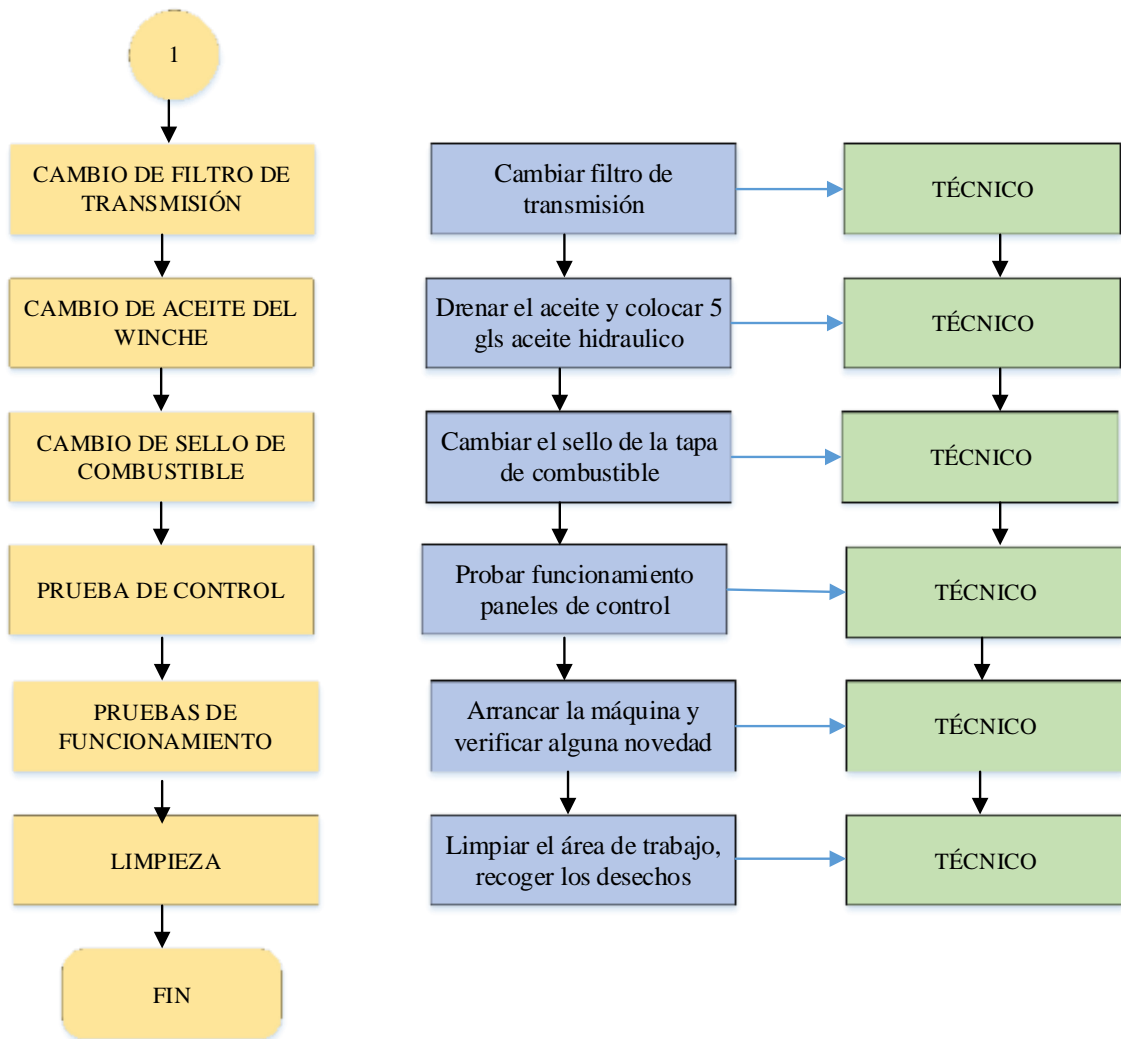


Fuente: ML Servicios

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Mantenimiento de 1000 horas tractor CAT

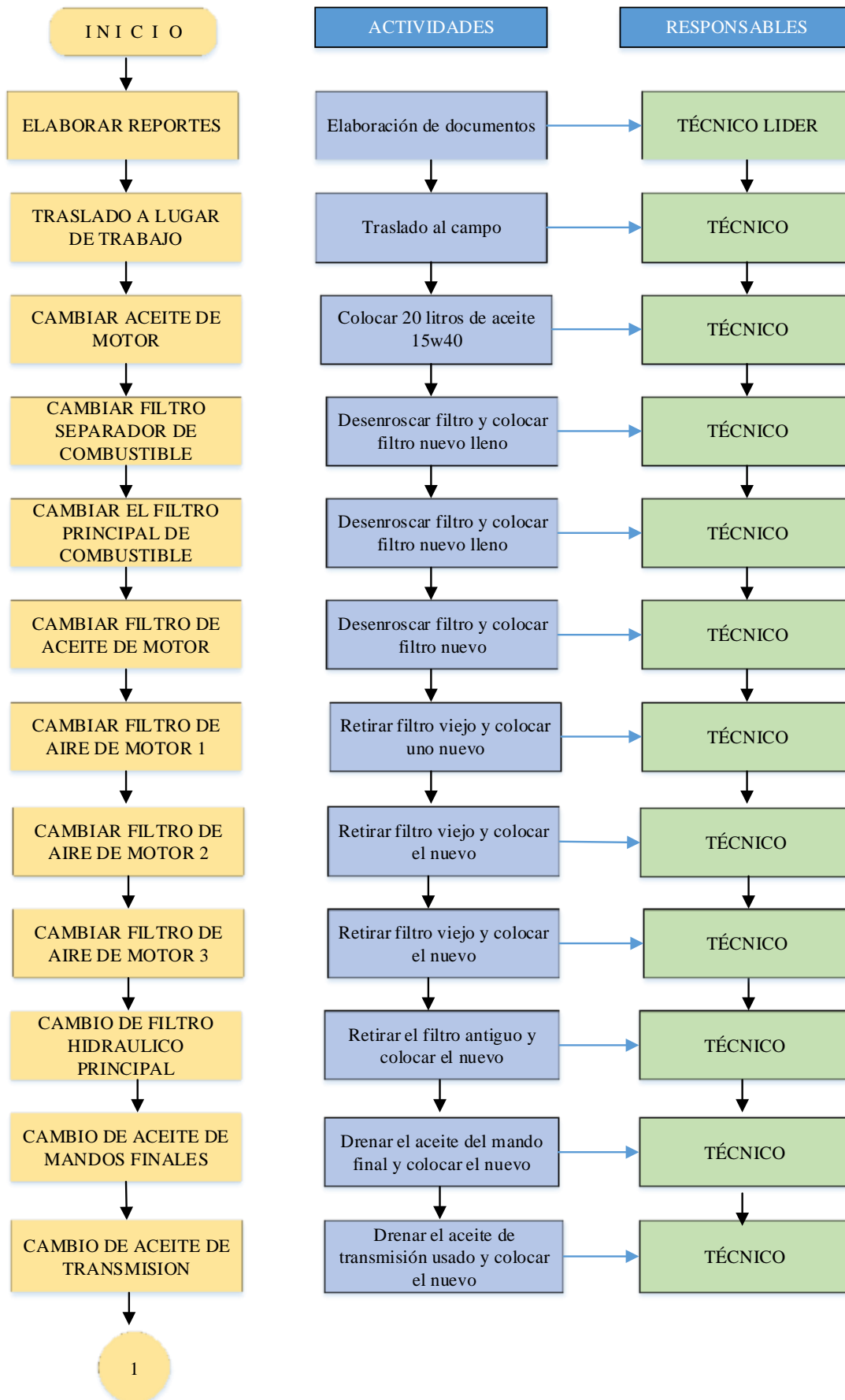


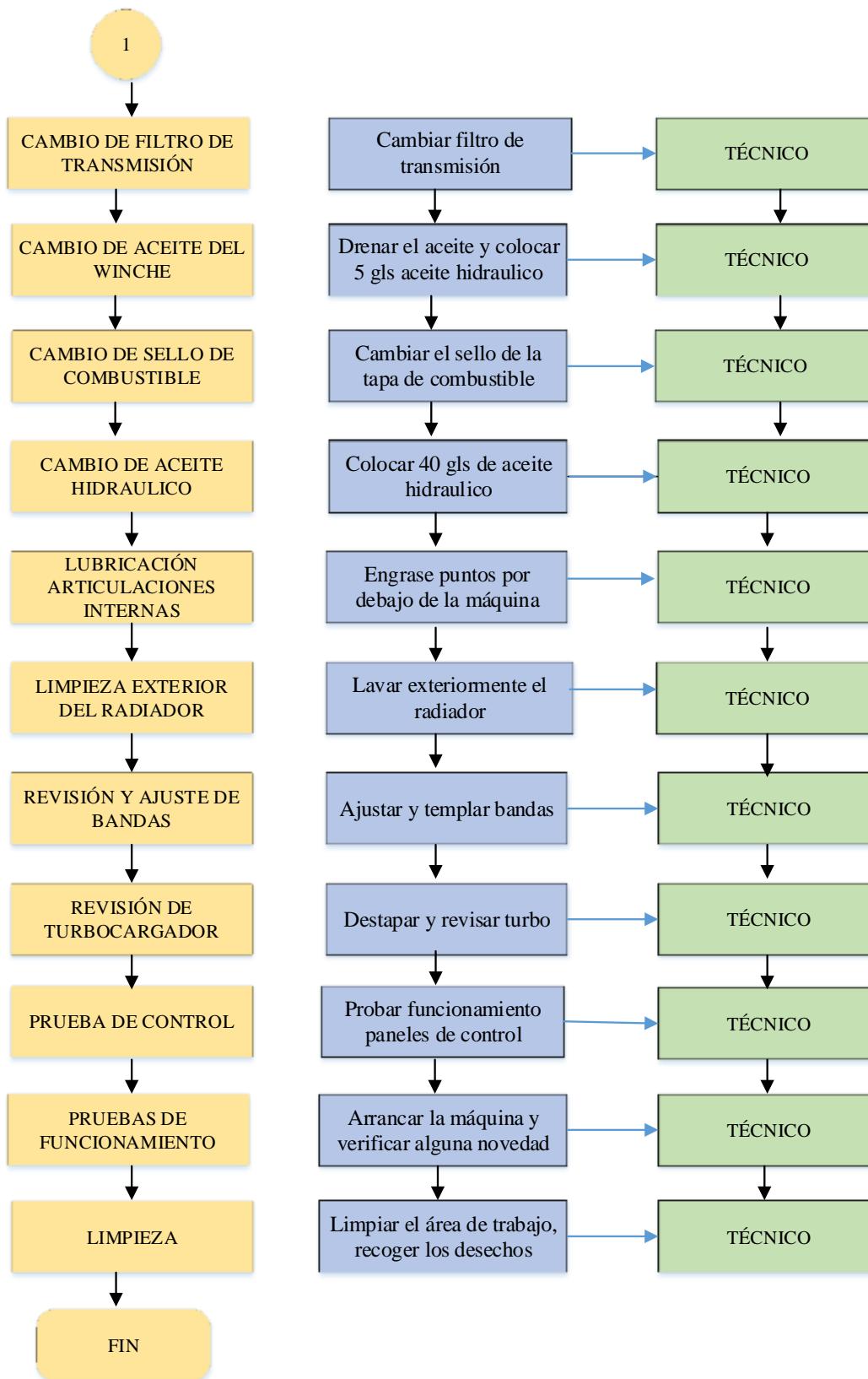


Fuente: ML Servicios

Elaborado por: Edwing Ordoñez

Mantenimiento de 2000 horas tractor CAT





Fuente: ML Servicios

Elaborado por: Edwing Ordoñez

ANEXO No. 5.- TIEMPOS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO

Tiempo de mantenimiento programado de 250 horas excavadora Komatsu

PLAN	DESCRIPCION	GENERAL
	PLAN PARA KOMATSU EXCAVADORAS (250HRS) ML SERVICIOS	
TAREA	DESCRIPCION	TIEMPO
10	GESTION PERMISO TRABAJO Y ASEGURAR CONDICIONES	1:00
11	MOVILIZACION Y LOGISTICA DE MATERIALES	3:00
12	CAMBIO DE ACEITE DEL MOTOR (07GLS 15W40)	0:30
13	CAMBIO DE FILTRO ACEITE DEL MOTOR 6732-51-5142 (1)	0:05
14	CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE 600319-3610 (1)	0:05
15	CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE 6754-79-6140 (1)	0:05
16	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	0:15
17	LIMPIEZA DEL EQUIPO	0:15
	TOTAL:	5:15
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	FILTRO ACEITE MOTOR PARA EXCAVADORA	1
2	FILTRO COMBUSTIBLE SECUNDARIO	1
3	FILTRO DE DE COMBUSTIBLE PRINCIPAL	1
4	ACEITE DE MOTOR 15W40	0,07

Fuente: ML Servicios

Elaborado por: Edwin Ordoñez

Tiempo de mantenimiento programado de 500 horas excavadora Komatsu

PLAN	DESCRIPCION	GENERAL
	PLAN PARA KOMATSU EXCAVADORAS (500HRS) ML SERVICIOS	
TAREA	DESCRIPCION	TIEMPO
10	ELABORAR REPORTE	0:30
11	MOVILIZACION Y LOGISTICA DE MATERIALES	3:00
12	CAMBIO DE ACEITE DEL MOTOR (07GLS 15W40)	0:30
13	CAMBIO DE FILTRO ACEITE DEL MOTOR 6732-51-5142 (1)	0:05
14	CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE 600319-3610 (1)	0:05
15	CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE 6754-79-6140 (1)	0:05
16	CAMBIO FILTRO HIDRAULICO ESPONJA 20Y-60-21470 (1)	0:05
17	CAMBIO FILTRO ARMADO 600-185-4100 (1)	0:10
18	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	0:20
19	LIMPIEZA DEL EQUIPO	0:30
	TOTAL:	5:25
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	FILTRO ACEITE MOTOR PARA EXCAVADORA KOMATSU PC200-8	1
2	FILTRO COMBUSTIBLE SECUNDARIO	1
3	FILTRO DE DE COMBUSTIBLE PRINCIPAL	1
4	FILTRO DE AIRE ARMADO	1
5	ACEITE 15W40	0,07

Fuente: ML Servicios

Elaborado por: Edwin Ordoñez

Tiempo de mantenimiento programado de 1000 horas excavadora Komatsu

PLAN	DESCRIPCION	GENERAL
	PLAN PARA KOMATSU EXCAVADORAS (1000HRS) ML SERVICIOS	
ORDEN TAREA	DESCRIPCION	TIEMPO
11	ELABORAR REPORTES	0:30
12	MOVILIZACION Y LOGISTICA DE MATERIALES	3:00
14	CAMBIO DE ACEITE DEL MOTOR (07GLS 15W40)	0:30
15	CAMBIO DE FILTRO ACEITE DEL MOTOR 6732-51-5142 (1)	0:05
16	CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE 600319-3610 (1)	0:05
17	CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE 6754-79-6140 (1)	0:05
18	CAMBIO DE ACEITE MANDOS FINALES	0:30
19	CAMBIO DE ACEITE MOTOR DE GIRO	0:30
20	CAMBIO DE ACEITE DE DAMPER	0:20
21	CAMBIO FILTRO HIDRAULICO 207-60-71182 (1)	0:10
22	CAMBIO FILTRO HIDRAULICO ESPONJA 20Y-60-21470 (1)	0:05
23	CAMBIO FILTRO ARMADO 600-185-4100 (1)	0:10
24	CAMBIO DE FILTRO AIRE ACONDICIONADO 208-979-7620 (1)	0:05
25	CAMBIO DE FILTRO AIRE 17m-911-3530 (1)	0:05
26	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	0:20
27	LIMPIEZA DEL EQUIPO	0:30
	TOTAL:	7:00
MATERIALES		
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	FILTRO ACEITE MOTOR	1
2	FILTRO COMBUSTIBLE SECUNDARIO	1
3	FILTRO COMBUSTIBLE PRINCIPAL	1
4	FILTRO HIDRAULICO PARA EXCAVADORA KOMATSU PC200-8	1
5	FILTRO DE AIRE ARMADO	1
6	FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO	1
7	CAMBIO DE FILTRO AIRE 17m-911-3530 (1)	1
8	ACEITE DE MOTOR 15W40	0,12
9	ACEITE HIDRAULICO 10W	0,35

Fuente: ML Servicios

Elaborado por: Edwin Ordoñez

Tiempo de mantenimiento programado de 2000 horas excavadora Komatsu

PLAN	DESCRIPCION	GENERAL
	PLAN PARA KOMATSU EXCAVADORAS (2000HRS) ML SERVICIOS	
ORDEN TAREA	DESCRIPCION	TIEMPO
10	MOVILIZACION Y LOGISTICA DE MATERIALES	3:00
11	ELABORAR REPORTES	0:30
12	CAMBIO DE ACEITE DEL MOTOR (07GLS 15W40)	0:30
13	CAMBIO DE ACEITE HIDRAULICO (35GLS 10W)	2:00
14	CAMBIO DE ACEITE MANDOS FINALES	0:30
15	CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR DE GIRO	0:30
16	CAMBIO DE ACEITE DE DAMPER	0:20
17	CAMBIO DE FILTRO ACEITE DEL MOTOR 6732-51-5142 (1)	0:05
18	CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE 600319-3610 (1)	0:05
19	CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE 6754-79-6140 (1)	0:05
20	CAMBIO FILTRO HIDRAULICO 207-60-71182 (1)	0:10
21	CAMBIO FILTRO HIDRAULICO ESPONJA 20Y-60-21470 (1)	0:05
22	CAMBIO FILTRO ARMADO 600-185-4100 (1)	0:05
23	CAMBIO DE FILTRO AIRE ACONDICIONADO 208-979-7620 (1)	0:05
24	CAMBIO DE FILTRO AIRE 17m-911-3530 (1)	0:05
25	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	0:20
26	LIMPIEZA DEL EQUIPO	0:30
	TOTAL:	8:55
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	FILTRO ACEITE MOTOR PARA EXCAVADORA KOMATSU PC200-8	1
2	FILTRO COMBUSTIBLE SECUNDARIO PARA EXCAVADORA KOMATSU	1
3	FILTRO HIDRAULICO PARA EXCAVADORA KOMATSU PC200-8	1
4	FILTRO DE COMBUSTIBLE PRINCIPAL	1
5	FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO	1
6	FILTRO DE AIRE DE MOTOR	1
7	CAMBIO DE FILTRO AIRE 17m-911-3530 (1)	1
8	ACEITE DE MOTOR 15W40	0,12
9	ACEITE HIDRAULICO 10W	0,35

Fuente: ML Servicios

Elaborado por: Edwin Ordoñez

Tiempo de mantenimiento programado de 250 horas excavadora CASE

PLAN	DESCRIPCION	GENERAL
	PLAN PARA EXCAVADORAS CASE (250HRS) ML SERVICIOS	
TAREA	DESCRIPCION	TIEMPO
10	MOVILIZACION Y LOGISTICA DE MATERIALES	3:00
11	ELABORAR REPORTES	0:30
12	INSPECCION VISUAL DEL EQUIPO	0:15
13	CAMBIO DE ACEITE DEL MOTOR (05 GLS ACEITE 15W40)	0:30
14	CAMBIO DE FILTRO ACEITE DEL MOTOR 84206729 (1)	0:05
15	CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE PRINCIPAL 84273157 (1)	0:05
16	CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO KHH12030 (1)	0:05
17	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	0:20
18	LIMPIEZA LUGAR DE TRABAJO	0:25
	TOTAL:	5:15
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	FILTRO DE COMBUSTIBLE PRINCIPAL; CASE CX160B, N/P: 84273157	1
2	FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO; CASE CX160B,	1
3	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR; CASE CX160B, N/P: 84206729	1
4	SAE 15W40 CL-4; LUBRICANT OIL; MULTI-GRADE/ENGINE	0,05

Fuente: ML Servicios

Elaborado por: Edwin Ordoñez

Tiempo de mantenimiento programado de 500 horas excavadora CASE

PLAN	DESCRIPCION	GENERAL
	PLAN PARA EXCAVADORAS CASE (500HRS) ML SERVICIOS	
TAREA	DESCRIPCION	TIEMPO
10	MOVILIZACION Y LOGISTICA DE MATERIALES	3:00
11	ELABORAR REPORTES	0:30
12	INSPECCION VISUAL DEL EQUIPO	0:15
13	CAMBIO DE ACEITE DEL MOTOR (05 GLS ACEITE 15W40)	0:30
14	CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DEL MOTOR 84206729 (1)	0:05
15	CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE PRINCIPAL 84273157 (1)	0:05
16	CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO KHH12030 (1)	0:05
17	CAMBIO FILTRO RESPIRADERO TANQUE HIDRAULICO 159702A1 (1)	0:05
18	CAMBIO FILTRO DE AIRE PRINCIPAL 87704244 (1)	0:05
19	CAMBIO FILTRO DE AIRE SECUNDARIO KLH10560 (1)	0:05
20	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	0:20
21	LIMPIEZA LUGAR DE TRABAJO	0:25
	TOTAL:	5:30
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	FILTRO DE COMBUSTIBLE PRINCIPAL; CASE CX160B, N/P: 84273157	1
2	FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO; CASE CX160B, N/P: KHH12030	1
3	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR; CASE CX160B, N/P: 84206729	1
7	SAE 15W40 CL-4; LUBRICANT OIL; MULTI-GRADE/ENGINE; P/N: 3E-9712	0,05

Fuente: ML Servicios

Elaborado por: Edwin Ordoñez

Tiempo de mantenimiento programado de 1000 horas excavadora CASE

PLAN	DESCRIPCION	GENERAL
	PLAN PARA EXCAVADORAS CASE (1000HRS) ML SERVICIOS	
TAREA	DESCRIPCION	TIEMPO
10	MOVILIZACION Y LOGISTICA DE MATERIALES	3:00
11	ELABORAR REPORTE	0:30
12	INSPECCION VISUAL DEL EQUIPO	0:15
13	CAMBIO DE ACEITE DEL MOTOR (05 GLS ACEITE 15W40)	0:30
14	CAMBIO DE ACEITE DE MANDOS FINALES (3.5 GLS ACEITE SAE 40)	0:30
15	CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR DE GIRO (2 GLS ACEITE SAE 40)	0:30
16	CAMBIO DE FILTRO ACEITE DEL MOTOR 84206729 (1)	0:05
17	CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE PRINCIPAL 84273157 (1)	0:05
18	CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO KHH12030 (1)	0:05
19	CAMBIO FILTRO HIDRAULICO PRINCIPAL KNJ14680 (1)	0:05
20	CAMBIO FILTRO RESPIRADERO TANQUE HIDRAULICO 159702A1 (1)	0:05
21	CAMBIO DE FILTRO HIDRAULICO DE PILOTAJE KHJ17730 (1)	0:05
22	CAMBIO FILTRO DE AIRE PRINCIPAL 87704244 (1)	0:05
23	CAMBIO DE FILTRO AIRE SECUNDARIO KLH10560 (1)	0:05
24	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	0:20
25	LIMPIEZA LUGAR DE TRABAJO	0:30
	TOTAL:	6:45
MATERIALES		
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	FILTRO DE COMBUSTIBLE PRINCIPAL; CASE CX160B, N/P: 84273157	1
2	FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO; CASE CX160B, N/P: KHH12030	1
3	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR; CASE CX160B, N/P: 84206729	1
4	FILTRO HIDRAULICO; CASE CX160B, N/P: KNJ14680	1
5	FILTRO RESPIRADERO TANQUE HIDRAULICO; CASE CX160B,	1
6	FILTRO HIDRAULICO DE PILOTAJE; CASE CX160B, N/P: KHJ17730	1
7	FILTRO DE AIRE PRINCIPAL; CASE CX160B, N/P: 87704244	1
8	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO; CASE CX160B, N/P: KLH10560	1
9	SAE 15W40 CL-4; LUBRICANT OIL; MULTI-GRADE/ENGINE	0,09
10	SAE 10W,LUBRICANT OIL, TYPE: HYDRAULIC,GRADE	0,3

Fuente: ML Servicios

Elaborado por: Edwin Ordoñez

Tiempo de mantenimiento programado de 2000 horas excavadora CASE

PLAN	DESCRIPCION	GENERAL
	PLAN PARA EXCAVADORAS CASE (2000HRS) ML SERVICIOS	
TAREA	DESCRIPCION	TIEMPO
10	MOVILIZACION Y LOGISTICA DE MATERIALES	3:00
11	ELABORAR REPORTE	0:30
12	INSPECCION VISUAL DEL EQUIPO	0:15
13	CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR (05 GLS ACEITE 15W40)	0:30
14	CAMBIO DE ACEITE HIDRAULICO (30 GLS ACEITE 10W)	1:00
15	CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR 84206729 (1)	2:00
16	CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE PRINCIPAL 84273157 (1)	0:05
17	CAMBIO FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO KHH12030 (1)	0:05
18	CAMBIO FILTRO HIDRAULICO PRINCIPAL KNJ14680 (1)	0:05
19	CAMBIO FILTRO RESPIRADERO TANQUE HIDRAULICO	0:05
20	CAMBIO DE FILTRO HIDRAULICO DE PILOTAJE KHJ17730 (1)	0:05
21	CAMBIO FILTRO DE AIRE PRINCIPAL 87704244 (1)	0:05
22	CAMBIO DE FILTRO AIRE SECUNDARIO KLH10560 (1)	0:05
23	CAMBIO DE REFRIGERANTE 1400164H1 (5 GLS)	1:00
24	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	0:20
25	LIMPIEZA LUGAR DE TRABAJO	0:30
	TOTAL:	9:40
MATERIALES		
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	FILTRO DE COMBUSTIBLE PRINCIPAL; CASE CX160B, N/P: 84273157	1
2	FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO; CASE CX160B,	1
3	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR; CASE CX160B, N/P: 84206729	1
4	FILTRO HIDRAULICO; CASE CX160B, N/P: KNJ14680	1
5	FILTRO RESPIRADERO TANQUE HIDRAULICO; CASE CX160B,	1
6	FILTRO HIDRAULICO DE PILOTAJE; CASE CX160B, N/P: KHJ17730	1
7	FILTRO DE AIRE PRINCIPAL; CASE CX160B, N/P: 87704244	1
8	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO; CASE CX160B, N/P: KLH10560	1
9	SAE 15W40 CL-4; LUBRICANT OIL; MULTI-GRADE/ENGINE	0,09
10	SAE 10W,LUBRICANT OIL, TYPE: HYDRAULIC,GRADE:	0,55

Fuente: ML Servicios

Elaborado por: Edwin Ordoñez

Tiempo de mantenimiento programado de 250 horas gallineta CAT

PLAN	DESCRIPCION	GENERAL
	PMPARA GALLINETA CAT 420-E (250HRS) ML SERVICIOS	
TAREA	DESCRIPCION	TIEMPO
10	ELABORAR REPORTES	0:30
20	TRASLADO A LA UBICACIÓN DEL EQUIPO (CAMPO)	3:00
30	CAMBIO ACEITE MOTOR	1:00
40	CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	0:10
50	CAMBIO FILTRO COMBUSTIBLE	0:15
60	CAMBIO FILTRO SEPARADOR DE AGUA	0:15
70	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO	0:10
80	LIMPIEZA LUGAR DE TRABAJO	0:10
	TOTAL	5:30
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	1
2	FILTRO DE COMBUSTIBLE PRINCIPAL	1
3	FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO	1
4	ACEITE DE MOTOR 15W40	0,04

Fuente: ML Servicios

Elaborado por: Edwin Ordoñez

Tiempo de mantenimiento programado de 500 horas gallineta CAT

PLAN	DESCRIPCION	GENERAL
	PLAN PARA RETROEXCAVADORA CAT 420-E ML SERVICIOS	
TAREA	DESCRIPCION	TIEMPO
10	ELABORAR REPORTES	0:30
20	TRASLADO A LA UBICACIÓN DEL EQUIPO (CAMPO)	3:00
30	CAMBIO ACEITE MOTOR	1:00
40	CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	0:10
50	CAMBIO FILTRO COMBUSTIBLE PRINCIPAL	0:15
60	CAMBIO FILTRO SEPARADOR AGUA	0:15
70	CAMBIO DE FILTROS DE AIRE DE MOTOR (3)	0:15
100	CAMBIO DE FILTRO DE CABINA	0:10
110	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	0:10
120	LIMPIEZA DE LUGAR DE TRABAJO	0:10
	TOTAL	5:55
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	1
2	FILTRO DE COMBUSTIBLE PRINCIPAL	1
3	FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO	1
4	FILTROS DE AIRE DE MOTOR	3
7	ACEITE DE MOTOR 15W40	0,04

Fuente: ML Servicios

Elaborado por: Edwin Ordoñez

Tiempo de mantenimiento programado de 1000 horas gallineta CAT

PLAN	DESCRIPCION	GENERAL
	PLAN PARA RETROEXCAVADORA CAT 420-E (1000 HRS) ML SERVICIOS	
TAREA	DESCRIPCION	TIEMPO
10	ELABORAR REPORTES	0:30
20	TRASLADO A LA UBICACIÓN DEL EQUIPO (CAMPO)	3:00
30	CAMBIO ACEITE MOTOR	1:00
40	CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	0:10
50	CAMBIO FILTRO COMBUSTIBLE PRINCIPAL	0:15
60	CAMBIO FILTRO SEPARADOR AGUA	0:15
70	CAMBIO DE FILTRO DE AIRE DE MOTOR 1	0:05
80	CAMBIO DE FILTRO DE AIRE DE MOTOR 2	0:05
90	CAMBIO DE FILTRO DE AIRE DE MOTOR 3	0:05
100	CAMBIO DE FILTRO DE CABINA	0:10
110	CAMBIO DE FILTRO DE TRANSMISIÓN	0:10
120	CAMBIO DE FILTRO HIDRAULICO	0:10
130	CAMBIO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN	0:10
140	CAMBIO DE ACEITE DE MANDOS FINALES	0:30
150	CAMBIO DE ACEITE DIFERENCIAL POSTERIOR	1:00
160	CAMBIO DE ACEITE DIFERENCIAL DELANTERO	1:00
170	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	0:10
180	LIMPIEZA DE LUGAR DE TRABAJO	0:20
	TOTAL	9:05
ITEM	DESCRIPCIÓN	TIEMPO
1	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	1
2	FILTRO DE COMBUSTIBLE PRINCIPAL	1
3	FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO	1
4	FILTRO DE AIRE DE MOTOR 1	1
5	FILTRO DE AIRE DE MOTOR 2	1
6	FILTRO DE AIRE DE MOTOR 3	1
7	FILTRO HIDRÁULICO	1
8	FILTRO DE TRANSMISIÓN	1
9	ACEITE DE MOTOR 15W40	0,04
10	ACEITE SAE 30	0,1

Fuente: ML Servicios

Elaborado por: Edwin Ordoñez

Tiempo de mantenimiento programado de 2000 horas gallineta CAT

JOB PLAN	DESCRIPCION	GENERAL
	PLAN PARA RETROEXCAVADORA CAT 420-E (2000 HRS) ML SERVICIOS	
TAREA	DESCRIPCION	TIEMPO
10	ELABORAR REPORTES	0:30
20	TRASLADO A LA UBICACIÓN DEL EQUIPO (CAMPO)	3:00
30	CAMBIO ACEITE MOTOR	1:00
40	CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	0:10
50	CAMBIO FILTRO COMBUSTIBLE PRINCIPAL	0:15
60	CAMBIO FILTRO SEPARADOR AGUA	0:15
70	CAMBIO DE FILTRO DE AIRE DE MOTOR 1	0:05
80	CAMBIO DE FILTRO DE AIRE DE MOTOR 2	0:05
90	CAMBIO DE FILTRO DE AIRE DE MOTOR 3	0:05
100	CAMBIO DE FILTRO DE CABINA	0:10
110	CAMBIO DE FILTRO DE CABINA 2	0:10
120	CAMBIO DE FILTRO DE TRANSMISIÓN	0:10
130	CAMBIO DE FILTRO HIDRAULICO	0:10
140	CAMBIO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN	0:10
150	CAMBIO DE ACEITE DE MANDOS FINALES	0:30
160	CAMBIO DE ACEITE DIFERENCIAL POSTERIOR	1:00
170	CAMBIO DE ACEITE DIFERENCIAL DELANTERO	1:00
180	CAMBIO DE ACEITE HIDRAULICO	1:00
190	AJUSTE DE TUERCAS DE LLANTAS DE EQUIPO	0:30
200	CAMBIO EMPAQUE TAPA VÁLVULAS	0:30
210	REVISIÓN INTERNA DEL TURBOCARGADOR	1:00
220	ENGRASE PUNTOS INTERNOS	0:30
230	LIMPIEZA EXTERNA DE RADIADOR	0:30
240	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	0:10
250	LIMPIEZA DE LUGAR DE TRABAJO	1:00
	TOTAL	13:55
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	1
2	FILTRO DE COMBUSTIBLE PRINCIPAL	1
3	FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO	1
4	FILTRO DE AIRE DE MOTOR 1	1
5	FILTRO DE AIRE DE MOTOR 2	1
6	FILTRO DE AIRE DE MOTOR 3	1
7	FILTRO HIDRÁULICO	1
8	FILTRO DE TRANSMISIÓN	1
9	FILTRO DE CABINA	1
10	ACEITE DE MOTOR 15W40	0,04
11	ACEITE SAE 30	0,1
12	FILTRO HIDRÁULICO	0,15

Fuente: ML Servicios

Elaborado por: Edwin Ordoñez

Tiempo de mantenimiento programado de 250 horas de tractor CAT

PLAN	DESCRIPCION	GENERAL
	PLAN PARA TRACTOR CATERPILLAR (250HRS) ML SERVICIOS	
TAREA	DESCRIPCION	TIEMPO
10	ELABORAR REPORTES	0:15
11	MOVILIZACION Y LOGISTICA DE MATERIALES	3:00
12	CAMBIO ACEITE MOTOR	1:00
13	CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	0:10
14	CAMBIO FILTROS COMBUSTIBLE 1R-0762	0:05
15	CAMBIO FILTRO SEPARADOR DE AGUA 326-1644	0:05
16	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO	0:05
17	LIMPIEZA DEL LUGAR DE TRABAJO	0:10
		4:50
ITEM	DESCRIPCION	CODIGO
1	FILTRO DE COMBUSTIBLE 1R-0762	1
2	FILTRO SEPARADOR DE AGUA 326-1644	1
3	FILTRO DE ACEITE 1R-1808	1
4	ACEITE DE MOTOR 15W40	0,07

Fuente: ML Servicios

Elaborado por: Edwin Ordoñez

Tiempo de mantenimiento programado de 500 horas tractor CAT

PLAN	DESCRIPCION	GENERAL
	PLAN PARA TRACTOR CATERPILLAR (500HRS) ML SERVICIOS	
TAREA	DESCRIPCION	TIEMPO
10	ELABORAR REPORTES	0:30
11	MOVILIZACION Y LOGISTICA DE MATERIALES	3:00
12	CAMBIO ACEITE MOTOR	1:00
13	CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	0:10
14	CAMBIO FILTROS COMBUSTIBLE 1R-0762	0:05
15	CAMBIO FILTRO SEPARADOR DE AGUA 326-1644	0:05
16	CAMBIO DE FILTRO DE AIRE DE MOTOR (3)	0:15
19	CAMBIO DE FILTRO DE CABINA	0:10
20	PRUEBA PANELES DE CONTROL	0:10
21	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO	0:05
22	LIMPIEZA DEL LUGAR DE TRABAJO	0:15
		5:45
ITEM	DESCRIPCION	CODIGO
1	FILTRO DE COMBUSTIBLE 1R-0762	1
2	FILTRO SEPARADOR DE AGUA 326-1644	1
3	FILTRO DE ACEITE 1R-1808	1
4	FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO 1R-1809	1
5	FILTRO DE AIRE DE MOTOR	3
6	FILTRO DE CABINA	1

Fuente: ML Servicios

Elaborado por: Edwin Ordoñez

Tiempo de mantenimiento programado de 1000 horas tractor CAT

PLAN	DESCRIPCION	GENERAL
	PLAN TRACTOR CATERPILLAR (1000HRS) ML SERVICIOS	
TAREA	DESCRIPCION	TIEMPO
10	MOVILIZACION Y LOGISTICA DE MATERIALES	3:00
11	ELABORAR REPORTES	0:30
12	CAMBIO ACEITE MOTOR	1:00
13	CAMBIO FILTROS COMBUSTIBLE 1R-0762	0:05
14	CAMBIO FILTRO SEPARADOR DE AGUA 326-1644	0:05
15	CAMBIO DE FILTRO DE MOTOR 1R-1808	0:10
16	CAMBIO DE FILTRO DE AIRE DE MOTOR 1 6I-2501	0:05
17	CAMBIO DE FILTRO DE AIRE DE MOTOR 2 6I- 2502	0:05
18	CAMBIO DE FILTRO DE AIRE DE MOTOR 3 6I -2503	0:05
19	CAMBIO FILTRO HIDRÁULICO 1R-0777	0:10
20	CAMBIO DE ACEITE DE MANDOS FINALES	1:00
21	CAMBIO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN	0:30
22	CAMBIO DE FILTRO DE TRANSMISIÓN	0:30
23	CAMBIO ACEITE DEL WINCH	0:30
24	CAMBIO SELLO DE LA TAPA DE COMBUSTIBLE	0:05
25	PRUEBA DE PANELES DE CONTROL	0:10
26	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO	0:10
27	LIMPIEZA DEL LUGAR DE TRABAJO	0:30
		8:40
ITEM	DESCRIPCION	CODIGO
1	FILTRO DE COMBUSTIBLE 1R-0762	1
2	FILTRO SEPARADOR DE AGUA 326-1644	1
3	FILTRO DE ACEITE 1R-1808	1
4	FILTRO DE AIRE PRIMARIO 6I-2501	1
5	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO 6I-2502	1
6	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO 2 6I-2503	1
7	FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO 1R-1809	1
8	FILTRO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN	1
9	SELLO DE LA TAPA DE COMBUSTIBLE 6T-5068	1
10	ACEITE DE MOTOR 15W 40	0,07
11	ACEITE SAE 30	0,09

Fuente: ML Servicios

Elaborado por: Edwin Ordoñez

Tiempo de mantenimiento programado de 2000 horas tractor CAT

PLAN	DESCRIPCION	GENERAL
	PLAN PARA TRACTOR CATERPILLAR (2000HRS) ML SERVICIOS	
ORDEN	DESCRIPCION	TIEMPO
10	MOVILIZACION Y LOGISTICA DE MATERIALES	3:00
11	ELABORAR REPORTES	0:30
12	CAMBIO ACEITE MOTOR	1:00
13	CAMBIO FILTROS COMBUSTIBLE 1R-0762	0:05
14	CAMBIO FILTRO SEPARADOR DE AGUA 326-1644	0:05
15	CAMBIO DE FILTRO DE MOTOR 1R-1808	0:10
16	CAMBIO DE FILTRO DE AIRE DE MOTOR 1 6I-2501	0:05
17	CAMBIO DE FILTRO DE AIRE DE MOTOR 2 6I- 2502	0:05
18	CAMBIO DE FILTRO DE AIRE DE MOTOR 3 6I -2503	0:05
19	CAMBIO FILTRO HIDRÁULICO 1R-0777	0:10
20	CAMBIO DE ACEITE DE MANDOS FINALES	1:00
21	CAMBIO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN	0:30
22	CAMBIO DE FILTRO DE TRANSMISIÓN	0:10
23	CAMBIO ACEITE DEL WINCH	0:30
24	CAMBIO DE ACEITE HIDRÁULICO	1:30
25	LUBRICACIÓN DE ARTICULACIONES INTERNAS	0:30
26	LIMPIEZA EXTERIOR DEL RADIADOR	0:30
27	REVISIÓN Y/O AJUSTE DE BANDAS	1:00
28	REVISIÓN Y/O AJUSTE DE TURBOCARGADOR	1:00
29	CAMBIO SELLO DE LA TAPA DE COMBUSTIBLE	0:05
30	REVISIÓN Y/O AJUSTE DE VÁLVULAS DE ADMISIÓN Y ESCAPE	1:00
31	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO	0:10
32	LIMPIEZA DE EQUIPO	0:45
		13:55
ITEM	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
1	FILTRO DE COMBUSTIBLE 1R-0762	1
2	FILTRO SEPARADOR DE AGUA 326-1644	1
3	FILTRO DE ACEITE 1R-1808	1
4	FILTRO DE AIRE PRIMARIO 6I-2501	1
5	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO 6I-2502	1
6	FILTRO DE ACEITE DE TRANSMISION	1
7	FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO 1R-1809	1
8	FILTRO DE CABINA 6T-0988	1
9	FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO 6T-5068	1
10	ACEITE DE MOTOR 15W40	0,07
11	ACEITE SAE 30	0,09
12	ACEITE HIDRAULICO	0,4

Fuente: ML Servicios

Elaborado por: Edwin Ordoñez